目　录

第二十章　天 文 学

一、引　言

在这一章里，我们开始介绍本书所将涉及的各种自然科学中的第一个学科。对于中国人来说，天文学曾经是一门很重要的科学①，因为它是从敬天的“宗教”中自然产生的，是从那种把宇宙看作是一个统一体、甚至是一个“伦理上的统一体”的观点产生的，这种看法曾使宋代的哲学家们产生出他们那些伟大的有机论思想，关于这一点，本书在前面已经谈了不少②。在这个农业国家里，历法是由皇帝颁布的，并由效忠于他的臣民加以奉行，这是从最早的时期开始就已贯穿在中国历

---

① 关于天文学在中国古代世界观中占何等地位的问题，傅兰格［Franke（6）］的简短介绍可能是写得最好的。

② 特别是在本书第二卷第十六章第四节和第十八章第六节中。

史中的一条连续的线索。与此相应，天文和历法一直是“正统”的儒家之学，它们和炼丹术这类东西不同，后者被看作是典型的道家“邪说”①。人们说得好，“希腊的天文学家是隐士、哲人和热爱真理的人[这是托勒密（Ptolemy）谈到伊巴谷（Hipparchus）[1] 时所说的话]，他们和本地的祭司一般没有固定的关系；中国的天文学家则不然，他们和至尊的天子有着密切的关系，他们是政府官员之一，是依照礼仪供养在宫廷之内的。”②

这并不是说，中国古代和中古代的天文学家不是热爱真理的人；只不过在他们看来，用高度理论形式和几何形式来表现天文现象（这是希腊人的特色）是不必要的。除巴比伦的天象记事（其中

① 虽然如此，道家在天文学方面也曾做过不少事，特别是在汉代及稍前的时期。司马迁的天文学知识得自其父司马谈，司马谈的老师是道家的唐都。落下闳也和道家有关。这些人和以淮南王为中心的道家集团大体上属于同一时代，但稍晚一些。

② 参看 de Saussure (16e)。关于这一点，奥地利人屈纳特[Kühnert (2)] 说得好：“许多欧洲人把中国人看作是野蛮人的另一个原因，大概是在于中国人竟敢把他们的天文学家——这在我们有高度教养的西方人的眼中是种最没有用的小人——放在部长和国务卿一级的职位上。这该是多么可怕的野蛮人啊！”

1）伊巴谷在本书第一卷中译为希派邱斯。——译者

大部分都已散佚)以外，从中国的天象记事可以看出，中国人在阿拉伯人以前，是全世界最坚毅、最精确的天文观测者。后面我们将谈到[①]，有很长一段时间（约自公元前五世纪至公元十世纪），几乎只有中国的记事可供利用，现代天文学家在许多场合(例如对彗星，特别是哈雷彗星重复出现的记载)[②]，都曾求助于中国的天象记事，并得到良好的结果。一个显著的例子是关于新星和超新星的出现，这对于现代宇宙论是很重要的，而中国关于这些星的记事包括从伊巴谷到第谷(Tycho Brahe)的整个期间；在这期间内，世界其他地区对于天上有时会出现"新星"这一事实，还是一无所知的[③]。在其他方面，例如对于太阳黑子（日斑），中国人早已非常正规地观测了许多世纪，欧洲人则不仅不知道，而且由于他们在宇宙论上的成见[④]，也不能承认有这种现象存在。这一切在人类认识天象

---

① 参看后面第 565 页那一节。

② 参看后面第 621 页那一节。

③ 在这一段时间内，西方大概只记录了九颗星，并且其中有些还是可疑的。参看 Clerke (1); Stratton (1)。

④ 欧洲人认为天是完美无缺的。

的历史上都是不小的贡献，而且这一贡献也并不因为早期的观测常起因于相信天象与国家大事有关这一事实而失去其价值①。占星术在欧洲毕竟也一直延续到开普勒(J. Kepler)的时代(虽然是以较少的个人形式存在),甚至到十八世纪还没有完全被抛弃②。此外，如果我们可以接受这样一个总的论断，即中国天文学同中国所有其他科学一样，具有经验主义的根本特点，那末，对于天体力学等学科，至少就可以不必苛求了。不仅如此，当十六世纪末利玛窦(Matteo Ricci)到中国同中国学者讨论天文学时，中国天文学家的思想(这保存在他的谈话记录中)③，今天从各方面看来，都比利玛窦自己的托勒密-亚里士多德(Aristotle)式的世界观更为近代化一些。

在西文文献中，关于中国天文学方面的比关

① 参看本书第二卷第十四章第一节，这一节讨论中国占星术。希腊的一些最伟大的天文学家，例如伊巴谷，在希腊化时期的占星术文献中占有很重要的地位[参看 Neugebauer (9), p. 178]。

② 当然，在西方"科学的"文明中，占星术甚至作为一种民间迷信而一直存在到今天。

③ 参看后面第 645 页那一节。

于中国数学方面的丰富得多，但不幸内容庞杂，大多带有争论的性质，而且重复甚多。从一开始起，欧洲人了解中国天文学就是由于被一种利益所动：耶稣会传教士们已经看出，他们可以靠欧洲文艺复兴时期的科学进步和中国人打交道，可以靠他们的较高明的历数推算和交食预测把自己引入官场，从而得到种种好处。因此，他们一方面力图用贬低中国固有的天文学知识的方法，打动中国人的心，劝诱他们皈依基督教；另一方面，他们在许多欧洲出版物上大肆宣扬说，这是他们按照西方宗教政策的构想所进行的总的斗争中的一部分，以便加强他们自己在教会中的地位①。不仅如此，耶稣会传教士对中国天文学的了解，尽管是老老实实地去了解，可是从一开始便由于根本误解而归于无用。误解主要来自后面将加以说明的一项事实，即中国天文学本质上是有天极的，它使用的是赤道座标，主要依靠观测拱极星，而希腊和

---

① "仅仅在一个未开化的野蛮国家传教，对于提高一个传教团的声望来说，不会像在一个受过文学、艺术熏陶的文明国家中传教那么巨大。"——科斯塔德（Costard）1747 年语。关于这些问题，皮诺 [Pinot（1，2）] 的著作是唯一的好资料。

欧洲中世纪的天文学，实质上则使用黄道座标，主要靠观测黄道星座及其同时圈恒星[1]的偕日出和偕日没。这些传教士自然完全没有想到，竟会有另一套完整的天文学体系存在，而这一套体系在范围和效用上与希腊的没有什么不同，只不过在方法上有所不同罢了；同时，他们的错误考证更引起了一系列的误解，这种误解直到十九世纪末还没有得到澄清。

我们绝不能把耶稣会先驱者当时所面临的巨大困难估计过低。利玛窦、汤若望（Schall von Bell）、南怀仁（Ferdinand Verbiest）和晚一辈的宋君荣（Antoine Gaubil），在中国固有科学不知不觉地衰落的时期（明代和清初）居留在中国，这种衰落显然同把他们送到那里并使他们居留下去的势力并不相干。当时用得上的中国学者，即具有充分学识、能把中国传统天文学解释清楚、能从古书中找出主要章节并加以翻译的，可说是非常之少。我们在数学一章中已经说过，许多重要古籍已经全部散佚，直到十八世纪末还没有重新发

① 即在同一时圈中但偏离了黄道的星座。

现。在西方还没有汉学、好的字典还没有编成的时候,语言方面自然存在着几乎无法克服的困难。考虑到这重重的困难,一个像宋君荣那样的人竟会了解得那么多,应该说是使人颇为惊奇的。不仅如此,大多数耶稣会传教士所感兴趣的是年代学,因为当时还没有简便的工具书可用来核对中外历史上的对应年代①。这并不是直接同自然科学有关的事。

虽然比约 [J. B. Biot (1—7)] 在上一世纪中叶、德莎素1) [de Saussure (1—34)] 在本世纪初,对中国天文学都曾求得比较令人满意的了解,可是在汉学家、印度学家、阿拉伯学家之间却又引起了一场争论。这是因为人们发现,所谓"二十八宿",即位于赤道或其近处的星座所构成的环带,是中国人、印度人和阿拉伯人的天文学所共有的。

---

① 这里要再一次提到皮诺的著作。皮诺生动地描写了公元前第三千纪中国一些历史事件的年代给欧洲带来的混乱(实际上,那些年代显然是可靠的)。十八世纪的论战现在看来大部分十分无聊,因为欧洲人已经不再受那一度被看作正统的宗教年代学的束缚了,同时,中国的一些古老的年代,由于已被认为是属于传说时期而不属于有史时期,现在也不再为人们所接受了。

1) 德莎素在本书第一卷中译为德索热尔。——译者

一些对这几种文化的古籍原文很少了解或毫不了解的著作家们，采取各执己见的态度，经常作出武断的论述。我们以后将指出，二十八宿的发源地可能不是这几个地方当中的任何一个，它们关于二十八宿的概念统统是从巴比伦传去而衍生的。

我们可以把西方人士对中国天文学的兴趣分为两类。一类与中国天文学史有关，大体上是把中国天文学史看作世界科学史的一部分。另一类是因为在实际运算（如计算二至点的移动、黄赤交角、岁差等）时试用中国观测数据而引起的①。利用中国数据能不能成功，视数据出自何处而定；如果史籍的记载可靠，例如采用西汉以后的记载时，计算的结果便有价值；但是，如果采用的是半传说时代的古书，例如采用年代很难确定的《书经》的记载，或相传为公元前1000年左右周公的观测数据时，计算结果便不会有什么价值，反而只能给中国的资料抹黑②。那些汉学基础很不可靠

① 在宋君荣把他的手稿从北京送到巴黎以后将近一百年的时候，拉普拉斯（Laplace）把它发表了，其动机就在于此。

② 天文学家们［如冯·察赫（von Zach）］早在1816年就已感到这种困难。

的著作家和历算家在这方面确实浪费过不少纸墨。

欧洲关于中国天文学的文献还由于许多著作家的粗心大意，留有一些明显的错误，因而使读者感到困恼。德效骞[Dubs (20)]曾不惮其烦地纠正了一项错误。玉尔(H. Yule)在他的名著《华夏及通往华夏之路》(*Cathay and the Way Thither*)中说①："大约在这个时候(公元164年)，也许由于此次遣使②，中国的哲学家得以熟悉由大秦③携来的一种天文学著作；据说他们研究了它，并和他们自己的天文学著作作了比较。"这些话显然颇关重要，因为如果中国人曾经读过托勒密的《数学结构》(*Syntaxis Mathematica*，约在公元144年成书，后来多用 *Almagest*[1)]一名)，那末，对中

---

① 参看 *Cathay and the Way Thither*, vol. 1, p. 53。

② 玉尔把公元120年和166年的两次遣使混为一谈了。参看 *Cathay and the Way Thither*, vol. 1, p. 192。

③ 大秦即罗马叙利亚。

1) *Almagest* 是该书阿拉伯文书名的音译。这部书的中文译名很多：明末利玛窦在《乾坤体义》中译为《多禄谋大造书》，徐光启译为《大辑》，近人又有《天文集》、《天学大成》等译法。我们以后把它译为《天文集成》。——译者

国天文学发展的评价当然就会大受影响①。玉尔是在 1784 年的一篇文章里根据德经 (C. L. J. de Guignes)1) 的话提出这一点的，而德经则以宋君荣关于中国天文学史的著作 [Gaubil (2)，见苏西叶(Souciet)所辑三卷本的第二卷]为根据②。宋君荣说③，公元 164 年有一些人到达中国，他们自称是大秦王安敦所派遣。他说，“这个国家的天文学与中国的天文学有许多相似之处”，并在这句话下面加了注：“说大秦的天文学与中国的天文学有某种关联的，并不是《汉书》，而是《文献通考》④，此书的作者（马端临）是宋末人。然而无论如何，有一点似乎是可以肯定的，这就是确实曾经有人就这两种天文学体系作了某种比较，如果这些人

① 塞迪约(Sédillot)对这一说法特别重视，参看 Sédillot (2)，pp. 482, 608 ff., 616。此人对于他竭力贬低中国天文学以抬高阿拉伯人这一点，是直认不讳的。他把东亚的每一种好事都任意说成是来自西方，把开封的犹太人区提前了一千年左右。也许他是被宋君荣 [Gaubil (2)，p. 26] 引错了路的。

② 参看后面第 29 页。

③ 参看 Gaubil (2)，pp. 118, 26。

④ 这部历史大百科全书刊行于 1319 年，确在所说的时期之后很久。

1) 德经在本书第一卷中译为约瑟夫·德吉涅。——译者

对两者一无所知，那是无从比较的。"① 但是，德效骞并未在宋君荣所引用的《文献通考》中核对过这句话，而这句话事实上说的完全是另一回事②。因此，德经和玉尔的说法在中西古文献中都找不到根据，没有任何理由可以认为希腊天文学著作在公元二世纪末曾影响到中国天文学。全部始末根由，就在于宋君荣误解了马端临的话。但是，"中国通"们的错误，通常总是被科学史家照抄的。本来应当知道得更多的高第（Cordier），在他的四卷

① 宋君荣所指的是波斯天文学，而不是希腊、罗马天文学，因为他在下一页上把大秦同地中海和里海之间的全部地区等同起来。可是他又认为安敦就是安东尼(Marcus Aurelius Antoninus)。

② 马端临在《文献通考》卷三三九"大秦"条下说："于彼国观日、月、星辰，无异中国；而前史云，条支西行百里日入处，失之远矣。"因此，他所比较的是星辰，而不是天文学。草率阅读时，可能将安敦和安息（Parthia）混淆起来，因为前文曾提到去大秦途经安息。德经读宋君荣的书，也许不会比宋君荣读马端临的书更为草率。宋君荣的论断不是出自他所用的最主要的古书(《通典》卷一九三和《通志》卷一九六)，而是出自早得多的《魏书》(卷一〇二第二十一页正面)和《北史》(卷九十七第二十一页正面)；因此，这一定是从六世纪中国、波斯和拜占廷旅行者的接触推断出来的(参看本书第一卷第405页那一节)。所用古籍的全文已由夏德［Hirth (1), pp. 48, 77 ff.］译成西文。我们承鲁桂珍博士作了这一解释。

历史著作中，也重复了玉尔的说法[1]；在德朗布尔(Delambre)的不朽之作《古代天文学史》(*Histoire de l'Astronomie Ancienne*)[2]中，在乌邹和兰开斯特[Houzeau & Lancaster (1)]的书中[3]，甚至在齐纳(Zinner)的模范著作《天文学史》(*Geschichte d. Sternkunde*, 1931年)[4]中，我们都遇到同样的汉学上的讹误。现在是把这些讹误搞清楚的时候了。

为了给这个故事配对，我们再举出关于 Ku-Tan 的讹传。宋君荣[5]在谈到表示月球轨道交点的术语"罗睺"和"计都"[6]时，说这两个词和其他

---

① 参看 Cordier (1), vol. 1, p. 281。

② 在德朗布尔这本书第一卷第 370 页中，谈到中国的天文学乃是希腊人的"游戏之作"。我看这同诺伊格鲍尔[Neugebauer (1), p. 130]对德朗布尔这本书所作的极高评价很不相称；他说德朗布尔在接触原始资料方面无与匹敌，但这只是就希腊古籍而言——对于中国的事情，他显然了解得很不够。

③ 参看 Houzeau & Lancaster (1), vol. 1, p. 135; 亦可参看 Narrien (1), p. 346。

④ 参看 Zinner (1), p. 199。我怀疑 1949 年贝特洛 (R. Berthelot) 所作的类似介绍，同样也是以这类奇谈作为依据的。

⑤ 参看 Gaubil (2), pp. 89, 124 ff.。

⑥ 参看后面第 137 页。

术语都见于一篇来自西方、称为 Kieou-tche 的天文学著作中。他又说，这篇文章已由一位名叫 Ku-Tan 的天文学家译为汉文，并且这个人本身便是来自西方某国——可能是叙利亚——的外国人①。事实真象可以从这些描述中辨认出来。这个天文学家就是瞿昙悉达，他所编的书即公元718年以后不久写成的《开元占经》。然而这部书根本不是一部译作，事实上，它是大量收集公元前四世纪以来中国天文学方面的零散资料编辑而成的②(我们手头就有这一部书)。 其中唯一的一篇译文可能是印度的历书 *Navagrāha*，即《九执历》(也就是他所说的 Kieou-tche)③，那是早些时候传入中国

① 有趣的是，宋君荣在一条脚注中说，他曾寻找此书的抄本而没有找到。

② 据序文说，此书在失去多年(或若干世纪)之后，十六世纪时才在某寺的古佛像中发现了它的抄本。

③ 在全书一百二十卷中只占一卷(即卷一〇四)。这种历法在中国从未被正式采用过，对中国没有多大影响。 即使是在《唐书》天文、历法各卷中，也没有关于它的明确记载。 仅《新唐书》卷二十八下有半页提到过它。一般认为，它与六世纪彘日(Varāha-Mihira)的《潘查西丹蒂卡》(*Pañcha Siddhāntikā*)中的历法资料相似。 这种历法的名称——《九执》或《九力》——与日、月、五星、罗睺、计都有关。详见朱文鑫(1)，第153页那一节。

的。瞿昙悉达[1]本人是一个印度佛教徒，是佛教三派天文学家之一的最杰出的成员，他在唐代从印度来，居留在中国首都，成为历法专家。宋君荣把印度同一些西方国家混淆起来，就被十九世纪某些学者加以利用，他们确信这部“翻译”的天文学著作是从西方来的[2]，而且它一定是把托勒密的智慧[3] 或阿拉伯人的第一批研究成果输入中国了。

这一节的目的并不在于探讨过去的争论[4]。

① 这个人名肯定是 Gautama Siddhārtha 的音译。参看后面第 76 页。

② 参看 Sédillot (2), pp. 609, 634。

③ 在印度的资料中，自然有托勒密的迹象可寻，但这和《天文集成》的译本完全是两回事。差不多一个世纪以前，伟烈亚力 [Wylie (15), p. 42] 就正确地考证了《九执历》的印度天文学资料中的希腊名词。“立多”(分) 是梵文的 liptā，但源出于希腊文的 λεπτή。同样，梵文的 hora (时) 来自 ὥρα，在一本中文书名中作“火罗”。这本书即《梵天火罗九曜》，据说是一行所译，但事实上它并不是公元 874 年以前译成的 [Chavannes & Pelliot (1), p. 160]。以上种种构成了一种具体的情况，即传入的是不重要的细枝末节，而基本科学概念则由于距离遥远和语言隔阂而被过滤掉了。此外，薮内清 [Yabuuchi (1)] 已经指出，《九执历》并不包含任何本轮理论；它是一批直接与历算有关的资料。

④ 参看 1775 年伏尔泰 (Voltaire) 和巴伊 [Bailly (2)] 之间的讨论，前者为印度和中国的成就辩护，后者则极力贬低。不过，巴伊在他的议论中有一点是猜想得对的：他说印度和中国的科学至少有一部分来自比它们更古老的文明。

关于中国天文学史的基本事实，虽说现在还有许多问题未能解决，然而已不是那样难于解决，也不是迄今还在争论之中。当然，关于中国历法古往今来的盛衰兴替，由于中西文献中都还没有总结性的文章，因此，确实还存在着一些困难的问题。不过，幸而这在科学上并不具有头等重要的意义。历法家们由于对岁差和行星周期等认识不精确而采取的种种权宜手法，不值得旷费我们很多时间。中国天文学中确实引人入胜的有下面几个问题：古代和中古代的宇宙论，星图的绘制及其所用的座标，对天球大圆的认识，用拱极星作为看不到的赤道星座中天的指示星，日月食的研究，天文仪器的逐步发展（十三世纪曾达到远超过欧洲的水平），以及重要天象的完整的观测记录。

在继续谈下去之前，可以先在这里提出一个根本性的问题：中国天文学究竟古老到什么程度？正如马伯乐[Maspero (15)]等所指出的，由于某些古代名著的西文译本可能有错误，欧洲在这个问题上的意见是非常混乱的。马伯乐认为，中国天文学出现得很晚，是我们能考察其整个发展过程的唯一古代天文学。按照马伯乐的看法，

巴比伦的碑铭表明，巴比伦的天文学在公元前第二千纪末期已经达到了比较发达的阶段，而中国天文学则直到公元前六世纪或五世纪① 还没有产生，其形式之原始——没有计算、测量和正规的观测——则更显而易见。最后，马伯乐认为中国天文学的发展完全没有受到巴比伦的影响，不过他肯定是把这一点过分夸大了。我们可以同意他所说的中国天文学特别依赖于天文仪器的进步这一说法，但是在另一方面，他却又把其所以会如此、是由于数学长期落后所致这一观点发挥得过了头；如果说中国天文学是吃了中国数学的非几何性质特点的亏，则是比较令人信服的。

刚才谈到的古代天文学资料是在《书经·尧典》中发现的，其年代不会早于公元前八世纪或七世纪，我们将在适当的章节中讨论它②。资料中涉及某些按季节而在一定方位上出现的恒星的中天问题。由于现在这些恒星已不再具有那样的季节关系，所以几乎所有研究中国天文学的

---

① 马伯乐写文章时，未能把公元前十四、十三世纪殷墟卜辞所透露的有关中国天文学的事实考虑在内。

② 参看后面第 41 页。

人[1]都明白,只要按照岁差规律算出这些星对于二分、二至点的相对位置,就可以定出这项古代资料的年代。所有这种计算所得出的年代都是早达公元前第三千纪,具体地说即公元前二十四世纪[2]。但是,困难在于原文没有指出准确的观测日期和时间,而在计算中相差一小时,便会造成十几个世纪的差异。例如,桥本增吉(1,4)曾把观测时间定为下午七时,而不像德莎素那样定为下午六时,结果便把年代推迟到公元前八世纪或更晚。这个问题还不能看作已经解决,因为有某些理由使人认为下午六时也是可以接受的(参看后面第169页),此外,还没有人考虑到另外一个可能性,即把那些资料的年代定为公元前第三千纪其实并不错,只不过它们不是中国的观测而已。换句话说,恒星和季节之间的这种联系,可能是自古相传的天文知识的一部分,而其渊源则始于巴比伦;如此说来,这种特殊联系就确实可能是属于巴比伦的

① 例如,十八世纪有宋君荣 [Gaubil (2)],其后有比约 [J. B. Biot (1)]、湛约翰 [Chalmers (1)] 和德莎素 [de Saussure (3)]。

② 例如,比约坚决认为应当是公元前2357年。

天文学了。不过，无论怎样说，这都不会影响一条总的结论，即书上把这些观测归之于公元前九、十世纪的周公或其他人物，或归之于公元前二、三千纪的黄帝[①]，都纯属无稽之谈[②]。关于那些时期的中国天文学，殷墟卜辞告诉我们一些什么，我们以后就会看到。

二、名词术语的解释

在继续讨论下去之前，有必要先对本章所用的球面天文学名词术语作一些解释，其中有一些

---

① 被早期耶稣会传教士当作真实的那些虚构年代，在西方文献中似乎无法根除。阿贝蒂的模范著作［Abetti (1), p. 24］就是一个例证。

② 这当然和窜改或故意作假有所不同。我们现在已进入讨论具体发明和发现的一章，因此，把以前（本书第一卷第94页）提出的论点回顾一下是有好处的。在中国古代的传统学术中，人文科学占压倒优势，因此，为了证明一种科学技术发明早于真实年代而伪造或窜改古书的事，是不大会有的。直到最近，中国学者也从未用这种方法来取得荣誉。在社会上有地位的，既不是科学，也不是技术。这种情况在其他亚洲文明中也可以遇到，例如，一百年前塞迪约［Sédillot (2), p. 55］所看到的阿布尔-瓦法（Abū'l-Wafā'）发现月球第三近点角一事就是如此。

实际上在前面已经用过了。当然，要研究天文学史，至少应具备天文学的基本知识，但是，我们不打算在这本书里对自然科学各学科的所有名词术语都作出相应的解释，因此，读者在这方面应求助于标准的词典或教科书；不过，考虑到读者对于天文学的名词术语可能不像对于其他学科那样熟悉，我们在这里还是有必要简短地提一提。就天文学史而论，如果读者手头有一本讲解球面天文学的手册①，他将发现这会给他带来不少方便。

最早的观测者一定是这样想的：最方便的办法是把恒星看作是分布于中空的圆顶上的一些光点，而这个大圆的圆心就是观测者的眼睛。远在这些光点与地球的真正距离有可用的数据之前，人们就已发现，它们的方位是可以测定的，这就是球面天文学的主要内容。图85提供一张图解，我们可以用它来复习一下说明天体位置时所需用到的主要的弧和角。不待说，这里所说的极和赤道

① 当然，各国都有自己的书；对英国读者来说，解释得比较清楚的是斯马特的书［Smart (1)］；写得简短的是巴洛和布赖恩的著作［Barlow & Bryan (1)］。

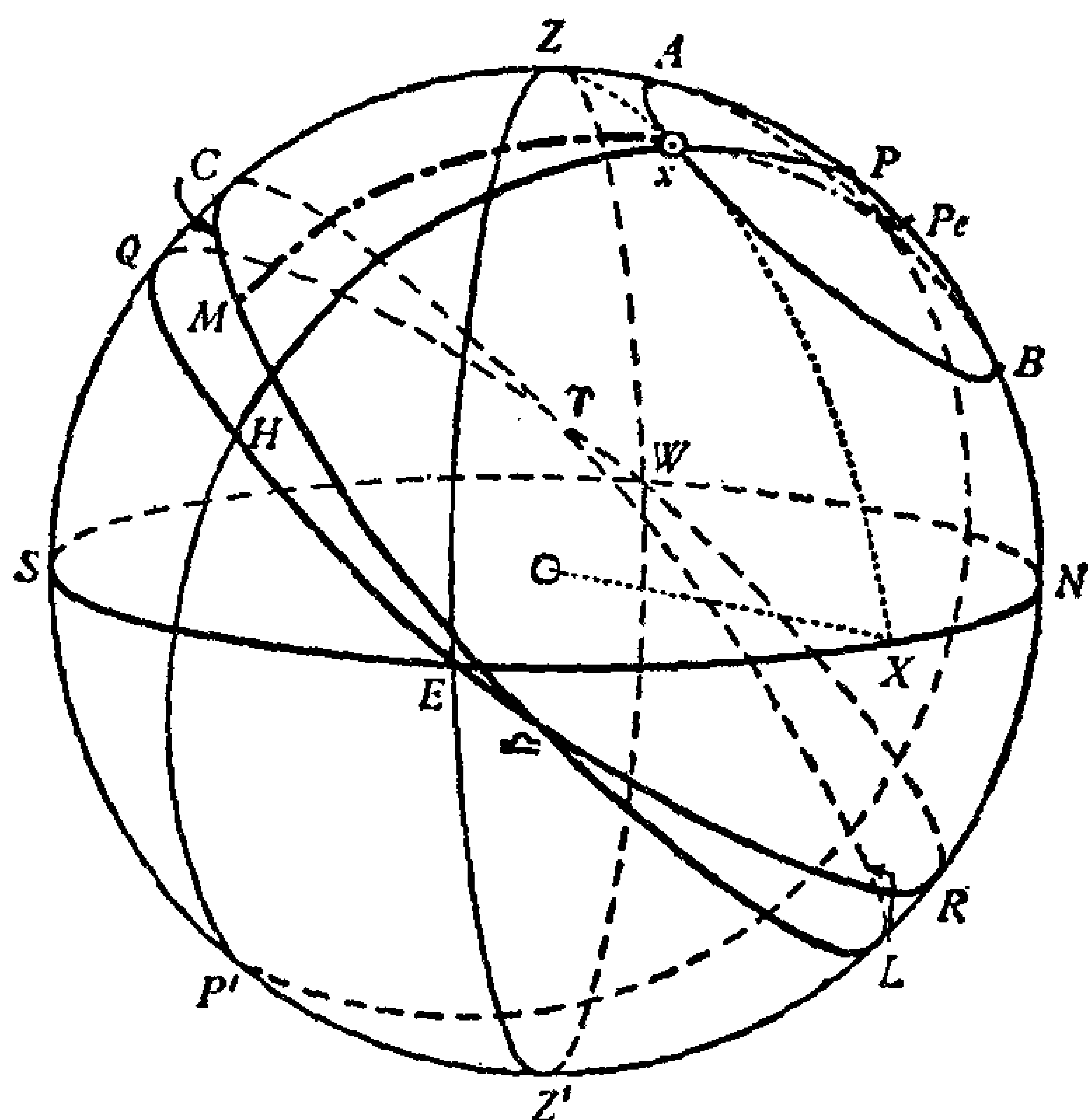


图 85 天球各大圆的图解(参看正文)。为了画得清楚一些，黄赤交角较其真值为小

都是属于天球,而不是属于地球的。

下面是一些常用的基本定义。位于 O 点的观测者的地平面，是通过四方的大圆 $NESW$。P 是天球的北极(北辰)，P' 是天球的南极；联接南北极的直线，即天球视周日运动的轴。赤道是与此轴垂直的大圆 $EQWR$；子午圈是通过观测者的天顶和南北两点的大圆 $ZSZ'N$，这里 Z 是天顶，Z' 是天底。大圆 $ZEZ'W$ 即卯酉圈。这样，黄道的大圆便截赤道于二分点，即春分点♈和秋分点♎，所

以，黄道用 $\Upsilon C \simeq L$ 表示。这自然就是太阳和各行星的平均轨道。C 是夏至点，L 是冬至点。

设有一已知恒星位于 x 点，这一点可用两种座标准确地标定：（1）在从北极出发，经过 x 及其他两点（一在黄道上，一在赤道上）的大圆上；（2）在天球作视周日绕转时恒星 x 所描出的那个小圆上。在图 85 中，这个大圆是 $PxHP'$，H 是与赤道相截之点；小圆是 xAB，A 和 B 两点表示恒星 x 横截子午圈的中天。我们以后将看到，这对于中国天文学是特别重要的；并且从图中我们还可注意到，所选的恒星是距离北极很近的星，即"拱极星"之一，因此其上中天 A 和下中天 B 都是可见的。我们由此可以看出，名词术语有某种灵活性。大圆 $PxHP'$ 的最恰当的名称是时圈，因为恒星的位置可用它的时角 $QPx\ (=QH)$ 来确定，当一颗恒星在夜间可以看见时，它的时圈在夜间各时对于任何一个给定的子午圈都作规律的变动。恒星的时圈显然把它在地平线上出没的时间固定下来了。图 85 中的恒星 x，希腊人称之为黄、赤道附近具有相同时圈的那些恒星（或星座）的"同时圈星"。时圈有时也称为恒星的子午圈。不

过，有些著作家[1]称之为赤纬圈，而另一些人[2]又把赤纬圈一名用于小圆 xAB，这个小圆通常被称为赤纬平行圈。但是，因为小圆 xAB 联结着所有同赤纬的星，所以称之为"赤纬圈"似乎更合逻辑，在本书的讨论中我们将这样称呼它[3]。

还有一些定义没有谈到。恒星的高度 (Xx)，即以弧度、弧分、弧秒量度的恒星的出地高度，是使用中世纪的星盘进行观测时的主要数据。这个量度的余弧就是天顶距 (Zx)。同样，恒星的赤纬 (Hx) 的余弧是北极距 (Px)。赤纬是现代方位天文学中应用最广的两种座标之一，另一种座标就是赤经(ΥQH)。这一点是很重要的，因为这两种量度都以赤道为依据，因而与中国古代天文学相合。希腊和欧洲中世纪天文学中较重要的黄纬 (Mx) 和黄经(ΥCM)，现在倒几乎根本不用了。这两种座标都以黄道为依据，Mx 是通过黄极 Pe(而不是赤极）的大圆弧。最后一种要提到的量度是

---

① 例如参看 Barlow & Bryan (1), p. 17。

② 例如参看 Moreau (1), p. 16。

③ 这一节初完稿时，似乎没有人注意到这一些定义上的矛盾，但现在米歇尔 [Michel (8)] 已经注意到了。

方位角 SWNX，它同 SZx 这个角相当。可以看出，地平高度和方位角是以地平面为基准的数据，它们分别与以赤道为基础的赤纬、赤经和以黄道为基础的黄纬、黄经相当。图中有一个重要的角，即黄赤交角（C♎Q）。观测者本身所在的地理纬度，自然是由 ZQ 和 NP 给出的。由于黄赤交角等于 23°27′，只有在地球赤道南北这个度数范围以内的地区，才有看到太阳垂直悬在头顶上的机会；这个范围的两条界限，在北边的是（地球的）北回归线，在南边的是南回归线。另一方面，在地球南极圈、北极圈内靠近两极的地方，在一年中的某些期间内，太阳就象拱极星一样悬在空中，不升不没。

名词术语定义一览表

O	观测者的位置
NESW	地平面
Z	天顶
Z′	天底
ZSZ′N	子午圈
P	天球北极

P'	天球南极
$EQWR$	天球赤道
$ZEZ'W$	卯酉圈
$ZQ=NP$	观测者所在的地理纬度
♈C♎L	黄道(黄道带包括沿黄道的一系列星座)
Pe	黄极
♈和♎	二分点,即春分点和秋分点
C 和 L	二至点
x	某已知恒星的位置
$PxHP'$	通过已知恒星的大圆,即时圈
H	时圈和赤道的交点
M	黄道和通过 Pe 及恒星 x 的黄经大圆的交点
xAB	平行赤纬(赤纬圈)
A	已知恒星的上中天
B	已知恒星的下中天
QPx	360°减去时角(时角永远自子午圈向西量度)
Xx	已知恒星的高度
Zx	天顶距
Mx	黄纬
Hx	赤纬
Px	北极距
$SWNX$	方位角或地平经度(自 S 向西量度)
♈CM	黄经(自♈向东,即按太阳周年运动方向,量度

至 M)

ΥQH	赤经（自♈向东量度至已知恒星在 H 点的时圈）
$C\Omega Q$	黄赤交角

某一时刻的恒星时定义为春分点的时角。因此，对任一恒星而言，恒星时即等于它的赤经及时角的总和。

古代希腊人和中国人的球面天文学，可以说至今还在现代方位天文学中应用着。这也就是人们在写一本很好的普通天文学读物时，为什么能够如沃尔夫［R. Wolf (1)］所做的那样，把现代球面天文学和古人的观测放在一起，用文艺复兴以后靠古人所不知道的各种新科学（如光学、电学等等）取得的各种新发现串连成一个故事来讲述的原因。这样的写法，在生物学上会有困难，而在医学上则简直是不可能的。但是，终日埋头于日心说建立前写成的种种文献之中的科学史家们，不能不好好回想一下，所谓"黄道"其实只是太阳的视轨道，而各个恒星的赤纬圈其实只是这些恒星的视运动所描出的圆圈。

就本章的目的而言，必须假定读者已经熟悉

现代宇宙论中的各项基本要点，例如，地球以每秒约19哩的速度沿着以太阳作为一个焦点的椭圆形轨道旋转，而其速度在近日点时较在远日点时略快。我们的时间计量是以此为依据的①。因此，恒星年就是地球在轨道上公转一周的时间（365.2564太阳日）。从观测上来说，这个时间就是太阳完成视公转一周回到在各恒星之间选定的任一点上所需要的时间。因此，它与回归年②不同，回归年是太阳接连两次通过春分点所需要的时间。上面已经讲过，地球赤道平面与地球轨道成$23\frac{1}{2}°$左右的角度（$C\triangle Q$），这就是黄赤交角。这个倾斜角就是为什么会有二分点和二至点的原因。当地球沿轨道公转并同时自转而形成所谓昼夜时，它的轴也作缓慢的绕转运动，其周期为26000年。因此，它就绕着一条通过地心并垂直于轨道面的直线，描出一个锥形。这种运动使二分点在黄道上作顺时针运动（与地球沿轨道公转的方向相反），每年移动约50弧秒，这就是二分点的"岁差"。但是，这种微小的移动已足以使恒星

① 参看博尔顿[Bolton (1)]的浅显的说明。

② 1回归年等于365.2422平均太阳日。

年和回归年相差20分钟。

和年的定义相似的是日的定义。恒星日是春分点(♈)接连两次上中天之间的时间。真太阳日或视太阳日，是太阳接连两次上中天之间的时间。由于太阳在天空有一个向东的视运动，太阳日比恒星日长4分钟。因为太阳相对于天球而言，每年按照同它每天的视转动相反的方向公转一周，所以一年中的恒星日数比真太阳日数多一天。因此，真太阳日(长度有变化)的日数，同中国人和其他古老民族很早便用日晷测得的一样，是$365\frac{1}{4}$天。平太阳日是一个回归年中各个真太阳日的平均长度。任何一个时刻的平太阳时和真太阳时之差就是时差。

三、文献概述

(1) 中国天文学史

(i) 西文文献

对于那些只想非常概略地知道一点中国天文学各种问题的最佳见解的人来说，这里只需介绍

他们从恰特莱[Chatley (9)]和马伯乐[Maspero (15)]的论文中去找所需要的内容就够了。此外，或许还应当再加上德莎素一系列论文中的第一篇和最末一篇[de Saussure (2, 30)],以及他的概括性文章[de Saussure (16, 16a)]。但是，如果想作更详细的了解,那末,从马伯乐两部出色的著作[Maspero (3, 4)]中可以找到关于中国天文学到汉末为止的发展情况的论述。艾伯华[1)][Eberhard (10, 11)]的某些见解也是值得参考的①，关于他的详尽论文，我们在后面适当的地方将要加以引用。那些不想知道很多细枝末节的人，可以读到这里为止;但是,对那些愿意在这方面深入下去的人,我们还要多谈几句。

前面已提到过，宋君荣是最先对中国天文学史进行研究并作出全面解释的。他生于1689年，自1723年起至1759年逝世止，一直是耶稣会派驻中国的传教士。他在巴黎天文台时，曾在卡西

① 关于古代（特别是巴比伦和希腊的）天文学，最简明而又最新的全面评介，可参看诺伊格鲍尔的著作[O. Neugebauer (1, 9)]。

1) 艾伯华在第一卷中译为埃伯哈德。——译者

尼(Cassini)和马拉尔迪(Maraldi)指导下受过相当可观的天文学训练；离开法国后，他努力学习中国语言文字，收集一切可能涉及天文学的书籍，同当时少数熟悉天文学和数学的中国学者进行讨论，并亲自从事观测，确实可以说付出了大量辛勤劳动。他精通中文以及其他亚洲语言，当有外国使节来朝时，他常受命担任通译。正如上一世纪的邓玉函(Johann Schreck)从北京同开普勒(Kepler)通讯来往①一样，他也同当时欧洲的杰出学者弗雷雷(Fréret)②和皇家学会③等科学团体保持着密切的联系。最近，德埃尔盖[Dehergue (2)]曾为他的一生作了很好的介绍④。

宋君荣的早期著作，大部分已在苏西叶(Souciet)所编的三卷本中刊行，书名是《数学、天文学、地理学观测——采自中国古籍及耶稣会

① 这大约在1637年[Gaubil (5), p. 285]。

② 这个人曾坚持他关于中国年代学的见解。参看Cassini (1)。

③ 通讯秘书是克伦威尔·莫蒂默(Cromwell Mortimer)和托马斯·伯奇(Thomas Birch)。

④ 其中包括宋君荣著作[Gaubil (1—5)]的必不可少的索引。雷缪萨所写的传记[Rémusat (3)]，也可供参考。

传教士新近在印度和中国的观测》(*Observations Mathématiques, Astronomiques, Géographiques etc., tirées des anciens Livres Chinois ou faites nouvellement aux Indes et à la Chine par les Péres de la Compagnie de Jésus*)①, 1729年编成的第一卷,包括各种各样的多种观测[Gaubil(1)],不过,主要著作被编入第二卷(1732年)的《中国天文学简史》(*Histoire Abrégée de l'Astronomie Chinoise*)和同年发表的第三卷《中国天文学论文集》(*Traité de l'Astronomie Chinoise*) [Gaubil (2, 3)]。自此以后有长时间的沉寂,直到宋君荣逝世若干年后,另一部《中国天文学史》才在1783年的《警世猎奇丛刊》(*Lettres Edifiantes et Curieuses*)中刊出,这部书实际上是1749年以后所作[Gaubil (4)]。同一年,宋君荣曾把他的《论中国年代学》(*Traité de la Chronologie Chinoise*)寄回法国 [Gaubil (5)]。但此书在1814年被拉普拉斯发现以前并未出版。有一份重要手稿[Gaubil (6)]迄今仍存巴黎天文台,1809至1811

① 不巧,苏西叶是一位很不细心的编者,在他所编的宋君荣文集中充满了错误,这是宋君荣本人无法校正的。

年间拉普拉斯所刊行的仅仅是一部分［Gaubil (7—9)］。宋君荣的全部著作，从外观和编排上看都有些杂乱，人们说得好，这是一个必须懂得如何发掘才能利用的宝藏①。其中关于中国传说时期的资料，早已失去其价值；但有一大堆有史时期的有用资料，还没有得到很好的利用。即使是在今天，对于想彻底研究中国天文学的人，宋君荣的著作仍然是不可少的参考资料。

1782年在广州作过领事的德经曾刊行一种中国平面星图，并附有按拉丁字母排列的星表［de Guignes (2)］，这个星图现在看来只剩有历史价值了。1819年，里夫斯（Reeves）又制成一种类似的星名对照表，伟烈亚力也在1850年左右根据钱维樾的星图（1839年），制成另一种很完全的星表［Wylie (6)］。这个表现在还是有用的。里夫斯的星表成了施古德[1)]［Schlegel (5)］的《中国天文图》（*Uranographie Chinoise*）的蓝本，因为其中有画得很好的星图，它在方位天文学中至今仍

① 蒙蒂克拉（Montucla）有名的《数学史》（*History of Mathematics*）中关于中国的材料，纯粹是宋君荣著作的缩写本。

1） 施古德在本书第一卷中译为舒来格尔。——译者

然是关于恒星和星座的重要参考资料①。不幸的是，可能是出于误解和计算错误，施古德所用的年代十分荒唐，他说中国人在公元前16000年左右就已开始有了关于天的知识；同意他的说法的人自然很少。这种说法只能把历史研究所能揭露出来的真象搞糊涂而已。与此同时，亚洲古代天文学曾引起了具有多方面兴趣的法国天文学家兼化学家比约(J. B. Biot)的注意②。1840年，他曾以伊德勒(Ideler)所著的一本关于中国年代学的书为依据，在《学者报》(*Journal des Savants*)上对中国天文学作了一般的介绍[Biot, J. B. (4)]。他在这项工作上曾得到他儿子毕瓯(E. Biot)的帮助。毕瓯是一位年轻的汉学家，他的早死，对于雷缪萨(Abel Rémusat)、儒莲(Stanislas Julien)[1]等东方学家所作的中国科学史工作来说，是一个很大的打击。比约后来对印度天文学进行了同样

① 后面凡是引用施古德书中所讨论的星和星座时，一律用它们原来的序号(如：S_{555})列出。页数则用寻常办法。

② 我们记得，年轻的巴斯德(Louis Pasteur)在发现酒石酸的两种异构物时，曾受到比约这位老人的鼓励。

1) 儒莲在本书第一卷中译为朱利安。——译者

的研究[Biot (2, 3, 6)],研究结果后来并入一本迄今仍与宋君荣的著作同样重要的书,即1862年出版的《印度和中国天文学研究》(*Etudes sur l'Astronomie Indienne et sur l'Astronomie Chinoise*)。比约的研究方法远较前人系统化;他大概是第一个明确地认识到"二十八宿"的赤道性质以及中国人对拱极星中天非常重视的人。

到十九世纪,东方学家中又出现了另外一些卓越的人物,后面将谈到,他们参与了关于二十八宿的讨论,这项讨论是联系到印度和阿拉伯天文学对天空的类似划分来进行的。这些人在德莎素1907年写的一本早期著作中全都被提到了,可以说,这是在对他们很不利的情况下提到他们的。德莎素① 曾当过海员和航海家,因而是较之比约更有实际经验的天文学家,并且有相当丰富的汉学知识,虽说同宋君荣相比的确还差得多②。他连续发表的许多论文尽管只是一些临时性的研究报告,而不是已完成的著作,但至今仍然是很有参考

① 根据德莎素写的传记[de Saussure (1)]。

② 德莎素究竟是有多大造诣的汉学家,是很难说的;很奇怪的是,他竟把大批对他可能很有用的古书束之高阁。

价值的；他犯过许多错误，但后来又改正了，他的观点在工作进程中随时在改变。这里所说的卓越人物，第一个就是了不起的理雅各[1)] (Legge) 本人，其次是湛约翰 (Chalmers)，后者曾为他的《书经》译本写过一篇关于中国天文学的介绍；此外，还有骆三畏 (Russell)——北京同文馆的一位教授，以及施古德和京策尔(Ginzel)。德莎素的著作 [de Saussure (3)] 指出，这些人没有一个懂得《书经》中所提到的恒星上中天时刻，没有一个认识到二十八宿的赤道性质① 以及把它们同拱极星联系起来的方法。他还驳斥了惠特尼、塞迪约和屈纳特的议论，因为惠特尼 [Whitney (1, 2)] 误解了比约的著作，塞迪约 [Sédillot (2, 5)] 主张二十八宿出于印度或阿拉伯，屈纳特 [Kühnert (1)] 则倾向于同意施古德所提出的荒唐的年代。

在近期发表的关于中国天文学的优秀著作

① 这种错误似乎很难根绝，杨波尔斯基 (Yampolsky) 和温斯托克(Weinstock)在 1950 年又犯了塞迪约 [Sédillot (2), p. 477] 在 1849 年犯过的错误。

1) 理雅各在本书第一卷中译为赖格。——译者

中[1],值得提到的有以下几种：Chu Kho-Chen(7), Chatley (8), Michel (1, 2, 4, 7)。很久以前，伟烈亚力曾试编过一种术语词汇［Wylie (13)］，这本书不应被忘掉。一般天文学史或科学史著作中所包含的中国天文学介绍，从1817年德朗布尔起到1931年齐纳止，几乎都不能使人满意[2]。至于一般天文学史，格兰特（Grant）和冯·梅德勒（von Mädler）的书（主要是概论性质）虽然陈旧一些，但还算是一本好书；贝里（Berry）的书（主要是年代学）也是如此[3]。

(ii) 中文和日文文献

在东亚方面，中国现代关于天文学史的著作的书目，很自然地和十八、十九世纪的一般天文学

---

① 傅氏的著作［Fu (1)］在许多方面会使人发生误解，应排除在外。施蒂尔［Stuhr (1)］及纳林［Narrien (1)］的著作写于比约的时期之前，现在只有历史价值。福开森（T. Ferguson）的著作也值得一提。

② 雷（Rey）的著作多用第二手资料写成，不能把他看作靠得住的带路人。

③ 不应忽视散在乌邹［Houzeau (1)］和乌邹与兰开斯特［Houzeau & Lancaster (1)］书目提要中的资料。在贡德尔［Gundel (1)］的评介中也有大量资料。

著作混在一起，关于这一点，以后将会谈到（后面第687页）。1790年左右杨超格的《历代论天》，应列为论中国天文学史的第一批著作。稍后，陈懋龄作《经书算学天文考》，是仿六世纪甄鸾《五经算术》（参阅本书第十九章第三节）的格式写的。

前面已经提到一些用西文出版的平面星图、星图和中西星名对照星座表。这项工作当然是在耶稣会传教士来华以后、西文著作问世之前的一百年间在中国进行的。于是在1723年，梅文鼐（梅文鼎之弟）发表了他的《中西经星同异考》。到了十九世纪中叶，有三种同类著作差不多同时完成：一种是叶棠的《恒星赤道全图》，还有两种同名为《恒星赤道经纬度图》的星图，一为六严所作，另一为李兆洛(2)所作。这些图同钱维樾所作并成为伟烈亚力星表 [Wylie (6)] 蓝本的图相比，要远为完整，它们大概是施古德所依据的参考书的一部分①。

① 这些星图的名称颇有意义。在采用以赤道为基础的座标系这一点上，梅、叶、六、李诸人是与现代天文学实践相一致，而与耶稣会传教士的体系不一致的。例如，1746年戴进贤（Ignatius Kögler）曾发表他的《黄道总星图》，图中的恒星就是按黄经黄纬画出的。

到了二十世纪，出现了雷学淇于1900年出版的《古经天象考》，不过我们现在常用的大部分是1910年或1920年以后的著作。在这期间，朱文鑫(1—4)给我们提供了一种有用的中国历法史、一种研究官方史书所载日食的书、两种短而精的中国天文学史和一种十分重要的《史记·天官书》[①]注。陈遵妫(1，3)编了一种最新的中西星名对照表。在一般中国天文学史方面，陈遵妫(2)、张钰哲(1)、竺可桢(5)都有简短而有价值的著作。

在日本也有大量关于中国天文学史的文献[②]。日本已形成两个学派，领导者是新城新藏和饭岛忠夫，前者认为中国天文学基本上是独立发展而未受任何西方影响，后者则极力想证明中国天文学是由希腊(或至少是巴比伦)派生出来的。关于他们全部论断的简单介绍，最完全的大概是能田忠亮(3)的著作，但艾伯华[Eberhard (10)](德文)的著作也可供参考，最近杨波尔斯基已经把这

① 这本书有沙畹[Chavannes (1)]的译文。

② 参看薮内清(8，1)及镰田重夫(1)。在一篇报告[Anon. (28)]中有简短的书目，但只有西文书名。

两位日本领唱者的议论译出一些了。新城（1，3）的两种著作已译为汉文，关于他的看法的一篇简单介绍，已译为英文［Shinjō（1）］。刘朝阳（3）曾摘要介绍并批判了饭岛忠夫的观点。饭岛坚信中国天文学思想有不少来源于西方，其根据主要是太阴周（默冬章）同卡利普斯周期（Callippus cycle）在表面上相似，他认为它们就是沙罗周期（Saros cycle）。新城认为不存在中国天文学不能独立发展的理由，并指出两者有许多值得注意的不同之点，例如干支纪日、干支纪年、每月不分为几星期而分为几旬、周天不分为360度而分为$365\frac{1}{4}$度、星座名称完全不同、以及构成各星座的星群差别很大等等（参看后面第229页那一节）。

薮内清（2）和陈遵妫（5，6）的著作，直到本章写成后我们还未能看到。薮内清和能田忠亮关于《前汉书·律历志》的解释，我们也未能用上。丁福保、周云青（1）的引人注目的中国古代天文学著作的书目，直到本章写成时也还没有出版。

(2) 主要的中国文献

(i) 中国天文学的“官方”性质

我们已经指出，中国天文学有一个基本特点，这就是它具有官方性质，并且同朝廷和官府有密切的关系。这种情况从中国有史之初就已被确定下来；其出典就是传说中的帝尧对“天文官”羲、和的任命（图86）。这个故事出于《书经》第一卷，这一卷是由较晚的训诂学者融合两种各自独立的古史料写成的。其中一种史料和那两位（或六位）天文学家有关；另一种是古历书的摘录（这种古历书，我们在后面将要简单地提一提）。前者同现在谈的问题有关，后者在前面已经提到过，它是历代年代学家据以计算这部书的年代的材料，后面在适当的地方我们再去研究①。关于这两种原始

① 参看本书第16和166页。我们以后将看到，这项古史料已变成一个谜，因为如果某种假定得以成立，则其中所载的观测结果应属于公元前第三千纪，但由此而论，这些观测便不是在中国进行的了；无论如何，包含这些资料的古历书被编入《书经》，为时要比上述时期晚得多。



图 86　晚清《钦定书经图说》(卷一《尧典》) 插图之一。内容是羲、和兄弟在帝尧的朝廷上，受命参照日、月、星辰制定历法 [Karlgren (12), p. 3]

资料的年代，只可作粗略的估计，不过大概而论，“任命”羲、和的部分可能属于公元前七、八世纪，“历象日、月、星辰”的部分可能属于公元前五、六世纪。虽然这里说的年代比传统的看法晚得多，这部合成的资料仍不失为一项古老的文献。

下面是“朝廷任命”的部分：

尧命令羲氏、和氏两家兄弟，虔诚地按照尊严的天，来计算并描画出日、月和星辰①，郑重地定出季节，使人民遵守。

他特令羲仲住在旸谷地方的嵎夷人之中，每天迎接冉冉而升的太阳，以便规定东方（春天）的劳作。

他还命令羲叔住在南交，以便规定南方的工作，并郑重地注意夏至。

他特令和仲住在西方的昧谷，恭敬地送别落日，以便管理西方（秋天）的收成。

他又命令和叔住到北方的幽都，以便管

① 在《书经》那个时代“辰”指的是什么，并无说明；新城新藏（1）已提出证据，认为它后来指的是猎户座的三个主要的星、大熊座的七星、北极星和心宿二。

理北方的工作。①

〈乃命羲、和，钦若昊天，历象日、月、星辰，敬授人时。

分命羲仲，宅嵎夷，曰旸谷，寅宾出日，平秩东作。

申命羲叔，宅南交，平秩南讹。

分命和仲，宅西，曰昧谷，寅饯纳日，平秩西成。

申命和叔，宅朔方，曰幽都，平在朔易。〉[1)]

这段话作为中国官方天文学的基本宪章已近三千年，但近世的研究已用新的见解把它的神话基础搞清楚了。马伯乐[Maspero (8)]告诉我们：除了在这个地方外，"羲和"两字在汉以前的文献中，无论在何处都不是两个人或六个人的名字，事实

① 《书经·尧典》。参看 Legge (1), p. 32; Medhurst (1), p. 3; 译文见 Maspero (8), p. 7。这里的英译文是作者译的，借助于 Karlgren (12)。

1) 作者在引用我国古籍时，或者按照他自己的理解把古文译成英文，或者采用他人的英译文，并据此作出结论。为了使读者便于看出作者对所引古籍的理解准确与否，本卷在碰到引用成段古文时，先把原书的英译文译成白话文，然后再在其后的尖括号内引出原来的古文。读者将会发现，除了译文中常由作者增添一些说明的词句外，译文本身有时与原文也有一些出入。由于有原文可资对照，以后对这些问题就不一一指出了。——译者

上这是一位神话人物的双名，这个人物有时被说成太阳的母亲，有时被说成太阳的驭者。后来这个名字被分割开来，用到四位巫师（或祭司）的身上去，这四个巫师受传说中某帝王之命，奔向世界的“四极”，使太阳在冬、夏二至停止前进，重返旧路，而在春、秋二分点继续行进，完成它的旅程①。这种传说当是由一种恐惧心理自然发展而产生的，在古代人们的头脑中很可能有这样的想法，即冬季会无限延长，变得越来越冷，而夏季则可能热到致命的程度②。同时，神话中的那些巫师还负有阻

① 高本汉[Karlgren (2), p. 262; (11), p. 49]对《书经》所进行的深入研究，肯定了马伯乐的一般翻译注释是正确的。

② 对太阳轨道的这种忧虑，在其他古老文化中也可以看到。贝特洛[Berthelot (1), pp. 55 ff.]等学者曾把它同火的巫术以及拜火的种种表现联系起来。在某些文化中，此种忧虑表现为可怖的形式，例如，阿芝特克人(Aztecs)以为，要防止太阳停止前进或毁灭，必须使用大量的人作为牺牲[参看 Soustelle (1), pp. 19 ff.]。六世纪时，普罗科匹乌斯(Procopius)有一段关于斯堪的那维亚人的趣话。他说在斯堪的那维亚有这样一种说法：在斯堪的那维亚，太阳在仲夏时有四十昼夜一直不落，在仲冬时有四十昼夜一直不出，因此人们派人登山了望，以守候它的归来。他说：“据我看来，这是因为他们经常害怕太阳有朝一日会抛弃他们而去”[De Bello Gothico, II, 15, 6—15; 参阅 J. O. Thomson (1), p. 388]。

止日、月食出现的任务。

《书经》中较晚的一篇(《胤征》,早期的书中作《允征》)讲的正是这类事情,它所记载的是一次因为巫师未能阻止日食而由天子下令进行的讨伐①。故事的真象,大概是古时对那些被认为玩忽职守的神巫所执行的某种惩诫仪式②。

总之,中国古代国家宗教所具有的天文学性质,或者不如说是占星术性质,可以从上述故事明显地看出。卫德明1)(H. Wilhelm)③说得好,天文学是古代政教合一的帝王所掌握的秘密知识。灵台(天文台)从一开始便是明堂(祭天地的庙宇,同时也是天子礼仪上的住所)中必不可少的一部

---

① 参看 Legge (1), p. 81; Medhurst (1), p. 125。认为那次远征是因为巫师们未能预报日食的说法,曾被十九世纪的天文学史家引为笑柄,甚至阿贝蒂 [Abetti (1), p. 24] 在 1954 年仍然如此。但是,这一篇全部是四世纪时增添进去的[Maspero (8), p. 46]。

② 按福瑟林哈姆 [Fotheringham (3)] 的说法,这一传说的背景显然是对拙劣的制历者的一种惩罚。

③ 参看 Wilhelm (1), p. 16。

1) 卫德明在本书第一卷中译为赫尔默特·威廉。——译者

分[①]。对于农业经济来说，作为历法准则的天文学知识具有首要的意义。谁能把历法授与人民，他便有可能成为人民的领袖。魏特夫(Wittfogel)[②]说，这一点对于在很大程度上依靠人工灌溉的农业经济来说，尤为千真万确；冰雪的消融、河道沟渠的涨落[③]、以及多雨的季风季节的终始，都必须预先发出警报。在上古和中古时代的中国，颁布历法是天子的一种特权，正如西方统治者有权发行带肖象和姓名的货币一样[④]。人民奉谁的正朔，便意味着承认谁的统治权。中国的天文学与希腊的天文学相反，前者具有明显的官方和朝廷的性

---

① 参看苏熙洵[1)][Soothill (5)]、马伯乐[Maspero (25)]关于此事的说法，以及葛兰言[2)](Granet)书中的种种议论。关于明堂的重要中文著作，有惠士奇的《明堂大道录》(约1736年)。苏熙洵发现，明堂与马克沁莫斯教皇(Pontifex Maximus)的罗马皇宫和官邸有相似之点；后者也同历法有关系。

② 参看 Wittfogel (2), p. 98。

③ 例如，现在长江(在重庆附近)每年水位变化约为100呎。

④ 参看 Huard (1); Soothill (5)。

1) 苏熙洵在本书第一卷中译为苏特希尔。——译者

2) 葛兰言在本书第一卷中译为格兰纳特。——译者

质这一点，我们无疑是可以找到其十分具体的社会原因的[1]。

这一切从天文学在《周礼》一书中所占的重要地位就可以看出，天文部分肯定是西汉时期（公元前二世纪左右）收编进去的。此书一开头便说，周王由于辨方正位（靠观测极星和太阳），被推戴为天子[2]。关于周王的王家天文学家（冯相氏），我们可以看到如下的记载：

> 他掌管十二年（木星周期）、十二月、十二时辰、十日和二十八星（各宿的距星）的位置。他判别并安排它们的次序，以便对天定出总的布局。他观察冬、夏至的太阳和春、秋分的月亮，以便决定四季的次序。[3]

（冯相氏掌十有二岁、十有二月、十有二辰、十日、二十有八星之位。辨其叙事，以会天位。冬夏致

---

① 参看本书第四十八章关于社会及经济背景的叙述。魏特夫曾就中、日两国天文学和数学的发展作了对比；在日本的文化中这几门科学在十七世纪以前远远落后于中国，直到十七世纪以后，日本才和西方一样在商业影响下大步前进。

② 参看 Biot (1), vol. 1, p. 1。

③ 《周礼》卷六第四十四页反面。西译文见 Biot (1), vol. 2, p. 112；由作者译成英文。

日，春秋致月，以辨四时之序。〉

这个职位很重要，而且是世袭的；从官名看来，居此职位的人夜间必须守候在天台（观测台）上[1]。

关于周王的占星家（保章氏），我们也看到如下的记载：

> 他掌管天上的众星，记录星辰、日、月的运动和变化，以考察尘世的变迁[2]，辨别（预测）吉凶。他依照九州与某些特定天体的关系，分划出它们的地界。所有的封地和君权分别与不同的星相关联，从这些星便可以确定各国的繁荣或灾难。他能依据木星的十二年周期，预言世间的善恶。他能从五种云彩的颜色[3]，断定水涝或干旱、丰收或饥荒的来临。从十二种风出发，他能得出天地是否和谐的结论，并记下由于谐调或不谐调所造成的好坏现象。总之，他掌管五类现象，以便告诫皇帝让政府官员给予援助，并根据情况变

---

① 此名今日指天文台。

② 从天文学的意思来讲，这句话自然不是指地动，而是指地上的一些被认为与天象有关的事件。

③ 这肯定包括极光的观测；参看后面第 753 页。

更各种礼仪。[①]

〈掌天星以志星辰、日、月之变动，以观天下之迁，辨其吉凶。以星土辨九州之地，所封封域，皆有分星，以观妖祥。以十有二岁之相，观天下之妖祥。以五云之物，辨吉凶、水旱，降丰荒之祲象。以十有二风察天地之和，命乖别之妖祥。凡此五物者，以诏救政、访序事。〉

这个职位也很重要，而且也是世袭的；官名与保管记录有关。这两位官员都有（或想来有）相当多的助手[②]。

第三种官职——眡祲——负责大致以气象为主的观测任务，不过日、月食现象也包括在内（参阅第二十一章）。最后，我们不能忘掉掌刻漏（水钟）的官员——挈壶氏[③]。关于他和他的助手，到后面（第348页）讲到计时问题时再谈；这里只要指出《周礼》没有忘记他便够了。

这个官制（它在《周礼》中被理想化了）在中国历史上始终存在，就天文问题进行研究、计算和著

① 《周礼》卷六第四十五页正面。西译文见 Biot (1), vol. 2, p. 113；由作者译成英文。

② 参看 Biot (1), vol. 1, pp. 413, 414。

③ 《周礼》卷七第二十七页正面。这个职位是世袭的。

作的观测人员都是国家的职官①。两千多年以来，他们都被组织到政府特设的机构天文局（但历代名称有所不同②）中去工作。这机构一直保持高度权威，即使是主持人资望不足时（例如在由耶稣会传教士管理时期）也是如此。司天文的官员的确享有种种“神职的特权”，因此，直到上一世纪，按清朝律例，钦天监的官员犯罪还是从轻处罚的③。他们的长官的最古官名大概是“太史令”。虽然我们十分了解太史令负有占星的任务，但是我们认为，他的工作有不少确实属于天文学和历法方面，对于 Astronomer-Royal（皇家天文学家）

---

① 前面（第十九章）已提到，天上的各个恒星都是“天官”。后面（第 232 页）我们将看到，中国是仿照人间帝王将相的称谓给恒星命名的。亦可参看本书第四十八章。

② 例如，唐代（七、八世纪）有时称为“局”（皇家图书馆的一部分），有时称为“监”（独立的管理局），名称一直在更改［参阅《唐会要》卷四十四第十六页正面；《玉海》卷一二一第三十三页正面；des Rotours (1), vol. 1, pp. 208, 210］。公元 758 年它成为独立的司天台。司天监是普通的叫法，但在 1370 年以后有时也称为“钦天监”。现在很需要关于天文局及其组织的发展史的专题文章。

③ 参看 Staunton (1), p. 21。

这一英文译名，他始终可以当之无愧[①]。

当然，历代的皇家天文台及其设备都处于太史令管理之下。更值得注意的（但知道的人却很少）是，某些时期照例有两个天文台设在首都，各备有刻漏、浑天仪以及其他仪器。一个和沈括同时代的人——彭乘，曾谈到北宋（十一世纪）两个天文台的一些情况[②]，其中一个是翰林院的天文院，设在禁中[③]；另一个是司天监，由太史令本人主持，设在皇宫之外。据想象，这两个天文台的记录，特别是有关异常现象的记录，每夜都要互相对勘，同时誊录上奏，以防作伪和误报。这是中国中古时代儒家官僚制度对一切都抱怀疑态度和

---

① 太史令这个官名确实能很好反映出古代这一机构兼管史事记载和历法计算的双重任务。

② 见彭乘所著《墨客挥犀》卷七第八页正面。这一著作已由李约瑟等全文译出[Needham, Wang & Price (1)]。

③ 唐代（八世纪初）的办法与此相似。集贤书院是具有双重性质的研究院；其职责与翰林院相同，专门从事草诏和校书，但入院不由考试而由推荐[参阅 des Rotours (1), vol. 1, pp. 17, 19]。非儒家出身的学者专家显然也可得到任用，因为大天文学家僧一行的大部分著作即完成于集贤书院的天文台。这件事出自《玉海》卷四第二十四页正面那一节所引韦述的《集贤注记》（约750年）。此书已由李约瑟等全文译出[Needham, Wang & Price (1)]。

真正的科学态度的一个突出的例子。但是，据彭乘说，十一世纪中叶的天文学工作的情形是很糟的。当他本人在1070年任太史令时，他发现这两个机构的观测人员只是互相抄袭几年前的观测报告，没有什么新的发现。他们对于天文台的设备也从未加以利用，只满足于进呈那种计算很不精确的天文历书。彭乘曾惩处了六位官员，但未能做到彻底革新。继他之后任太史令的沈括较为成功，他对前人忽视天文学的批评也不少。他写道①：

> 皇祐（公元1049—1053年）期间，礼部为考生安排了一次考试，要求他们作文阐述用于获得有关天的知识的仪器。但举人们对天球仪的描写极为混乱。由于考官们自己对这个题目同样无知，所以他们竟把这些考生都列为优等。
>
> 〈皇祐中，礼部试《玑衡正天文之器赋》，举人皆杂用浑象事，试官亦自不晓，第为高等。〉

但沈括本人却是新的隆盛时期的标帜，他受到苏

① 《梦溪笔谈》卷七第十一则，由作者译成英文。参阅胡道静（1），卷上第295页那一节。

颂、韩公廉等人的注意。最后还要说明一点：在许多世纪中，除首都所设的两个或两个以上的天文台之外，在边远地区也进行同样的天文观测，观测结果都送到天文局[①]。

关于国子监（皇家大学，参看本书第一卷第272页）内所设天文、数学两科，也有许多事值得记述。《唐语林》[②]告诉我们，唐代在隋代所设的明经二科之外，又增设了另外四科，其中包括算学一科——“明算”；不过没有人愿意去学，因为学这一科似乎不能飞黄腾达。这部书又说[③]，当时有与此相应的教学部门——“算馆”，它同其他各馆一样，设有“博士”和“助教”。

知道了这一背景，便不难了解本章为什么不能像数学一章那样，先来一节“中国天文学文献中重要史实的考察”。这里所加以考察的中国天文学

① 我们可在后面找到一批证据(如后面第237，277和596页)。德效骞[Dubs (2), vol. 3, pp. 544 ff., 546 ff.] 曾证明，《前汉书》所载的日食有一些是以地方上的观测作为依据的。其中以公元前145年的一次最为明显，因为那一次日食只有山东半岛东端在日出时方能看到，这次日食被观察到并报到首都［参看Dubs (2), vol. 1, p. 338］。

② 《唐语林》卷八第十六页反面。

③ 《唐语林》卷五第十七页反面。

文献，大部分出于历代官修史书中关于天文、历法以及祥瑞灾异的部分，它们的作者并未全部搞清楚。此外，有关天文学的古书多已散佚，如果说现在还有一些古籍可用的话，也不过是一些断简残编罢了。出现这种情况的原因大概是：数学书籍的应用过去相当普遍，例如，负责公共事业的官员、商人、军官等都要用，而天文学著作在中国则被认为技术性较强，只有与天文局有关的少数人对它感兴趣。因此，这类书籍传抄较少，有在禁中或朝廷藏书室中被束之高阁的趋势；而在那些地方，只要遇到一两次改朝换代时的大破坏，藏书便会荡然无存。印刷术发达之后，这种情况有些改变，但也并没有完全改观。

不仅如此，由于历法与政权有密切的关系，所以每一王朝的官吏似乎都以警惕的目光，注视着那些对星象进行独立研究的天文学家或著作家，因为他们可能暗中为密谋建立新朝的人编制新历。新的王朝一建立，总要用新的名称颁布新的历法，甚至在同一皇帝统治下，也可能发生这样的事。天象上的变异，从占星术的老规矩来看可能是一种不祥之兆，因此在政治上也有其重大意

义[①]。因此几乎每一世纪都有告诫天文官员注意保密的勑书，那是毫不足怪的。例如：

> 开成五年(公元840年)[②]十二月，皇帝命令御用天文台的观测人员应对其工作保密。勑书写道："如果我们听到天文官员或其下属与朝廷别的部门的官员或各种各样的普通百姓之间有任何来往，我们将认为他们是破坏了应严格遵守的安全规则。因此，从今天起，天文官员决不允许与其他官吏和普通百姓交往。命令御史台监察此事。"[③]
>
> 〈开成五年十二月勑："司天台占候灾祥，理宜秘密。如闻近日监司官吏及所由等，多与朝官并杂色人交游，既乖慎守，须明制约。自今以后，监司官吏并不得更与朝官及诸色人等交通往来。仍委御史台察访。"〉

因此，作为一种社会学现象，洛斯阿拉莫斯[1)](Los

① 关于这一点，尤可参见毕汉思[Bielenstein (1, 2)]的研究。《晋书》卷十二第十二页正面那一节和卷十三第一页那一节都载有公元250年至450年的大批天变异兆及其解释。

② 当时曾出现许多特别令人不安的彗星，其中四个是在837年一年之中出现的(哈雷彗是其中之一)。

③ 《旧唐书》卷三十六第十五页反面，由作者译成英文。

1) 美国原子能研究中心所在地。——译者

Alamos）或哈威尔[1]（Harwell）的保密就没有什么稀奇了。但是，最好、最伟大的科学成就是否会在这样的条件下产生，则是另一问题了。就连伽利略或普里斯特利(Priestley)那样的科学家，也还同当时的政权发生过纠葛呢。

从很早以来，中国天文学便因国家支持而得到好处，但它因此陷入半秘密状态，在某种程度上却是不利的①。中国史学家自己有时也把这方面的体会写出来，例如，《晋书》里有下列的话②：

> 天文仪器的使用，从古代就已经开始了，它们一代一代地留传下来，由官方天文人员严加监护。因此，学者很少有机会接触天文仪器，这正是非正统的宇宙理论③有可能获

---

① 对于非法定人员研究数学、天文学的禁令，曾成为中国科学发展中的一项严重阻碍因素，这将在本书第四十九章加以讨论。

② 《晋书》卷十一第五页正面，由作者译成英文，借助于 Ho Ping-Yü (1)。

③ 即宣夜说和盖天说。

1） 英国原子能研究中心所在地。——译者

得传播和盛行的原因。

〈此则仪象之设，其来远矣。緜代相传，史官禁密，学者不覩，故宣、盖沸腾。〉

话虽如此，推论太远也是不对的。无论如何，有一些明显的迹象说明，在宋代，同官府有联系的读书人家研究天文学是大有可能的。例如，我们知道，苏颂家中早年便有浑天仪的小模型，因而他逐渐通晓天文学原理，而到作了大官之后，才奉皇帝之命造一座实际大小的浑天仪[①]。大约一百年之后，大哲学家朱熹家中也有一座浑天仪，他力图复原苏颂的水力传动装置，但未能成功[②]。不过，这种传统也完全足以说明，为什么利玛窦于公元1600年赴京师途中，他的数学书籍竟会遭到没收。他写道："在中国，不得皇帝准许，私自研究数学，是要被处死刑的；不过现在人们已不再遵守这项法令了。……"他很走运，在他次年动身去北京之前，中国人由于疏忽而把那些书归还

① 见朱弁的《曲洧旧闻》(约1140年)卷八第十页正面。英译文见 Needham, Wang & Price (1)。

② 见《宋史》，卷四十八第十九页反面。英译文见 Needham, Wang & Price (1)。

给他①。

因此，总的说来，天文学不像数学那样，有许多保存完整、前后相承的著作。然而这并不意味着中国天文学文献不丰富。关于它的主要面貌，我们应当稍稍介绍一下。

(ii) 中国古历

《夏小正》和《月令》是流传至今的两种最古的历书，其中包含许多天文学资料②。

《夏小正》与"夏朝"无关。它实质上是一种农历，不过其中有许多关于气候、星象以及物候方面的叙述，按一年十二个太阴月的顺序排列

① 参看 D'Elia (2), vol. 2, p. 122; Bernard-Maitre (1, 5); Trigault (Gallagher ed.), p. 370。这也可以说明黑袍教会传教士加斯帕·达·克鲁兹 (Gaspar da Cruz) 在 1556 年所得的印象。他写道："尽管有一些葡萄牙人曾经报道说中国人懂得自然科学，但事实上在中国既没有人研究自然科学，也未设有高等学校，甚至连民办小学也没有，只有讲授王朝法制的皇家学校而已。可是，曾发现有些人具有天体运行的知识，因而晓得日、月食的道理。但是，如果说他们的知识是来自某些著作的话，也是私人互相传授的，并没有这种学校。"参看 Boxer (1), p. 161。

② 从殷墟卜辞中所得到的关于历法方面的迹象，目前正在研究中，但尚未最后解决。参阅后面第 526 页。

着[①]。这部书有许多清代学者的注释[②]，不过在近人的注释中大概以洪震煊的《夏小正疏义》为最易懂。恰特莱[Chatley (10)]曾对《夏小正》的天文学内容进行过仔细的研究，他认为成书年代很可能是公元前350年左右，那正是人们开展大量天文学活动(后面马上就要谈到)的时期。虽然如此，书中记事文字的简古却表明，其年代可能早至公元前七世纪，不过这应该是不太可能的。估计得公平一些，它也许是公元前五世纪的书。此书并入《大戴礼记》[③]，是在公元一世纪。其中所包含的天文学知识从涉及的范围来看，和现在报纸上刊载的每月星图差不了多少，提到的只是一些比较易见的星座。

并入《小戴礼记》[④]（公元前一世纪）的《月令》，篇幅要长得多[⑤]，实际上这就是《吕氏春

---

① 道格拉斯(Douglas)曾把此书译为英文，但此译文现在已经过时了。译文另见 Chatley (10); R. Wilhelm (6); Soothill (5)。

② 如任兆麟的《夏小正注》，程鸿诏的《夏小正集说》，黄模的《夏小正分笺》。

③ 《大戴礼记》卷四十七。

④ 即今《礼记》，卷六。

⑤ 译文见 Legge (7), vol. 1, p. 249; Couvreur (3)。

秋》的前十二篇①。不过《月令》在吕氏书中每篇(即每一月)各附有和每月政令有关的其他材料四篇。《月令》各篇格式相同，首先说明一个月的天象特点，接着是相应的乐律、数、味、以及祭祀等②，大半是关于天子所应举行的仪式的描写。最后是不可做某事之类的禁令，并且都用这样的话作为结束，即如果不奉行这一套特定的仪式，则将发生某种灾祸云云。一般认为，《月令》是公元前三世纪的东西，而它的确也不可能再晚，因为《吕氏春秋》是在公元前240年或239年成书的；但是，没有理由认为，《月令》本身的问世不会比这要早得多。能田忠亮(2)③曾根据《月令》所提供的星象进行了计算，认为《月令》大约成书于公元前620年前后，最早不会早于公元前820年，最迟不会迟于公元前420年。这样看来，它很可能是公元前五世纪的东西。以后我们谈到二十八宿中天的观测时，还有机会回过头来再谈这两种古历书。

---

① 向宗鲁(1)的著作是研究《月令》最晚近的一本。《吕氏春秋》的译文见 R. Wilhelm (3)。

② 参阅本书第十三章第四节。

③ 另见 Noda (2)。

这里，我们可以花一些时间仔细看一看这部包含《月令》在内的著作。过去我们时常提到《吕氏春秋》①，今后也很难得有一章不提到它。关于这部把当时所有知识都包罗进去的百科全书的编成,《史记·吕不韦传》说得意外地详尽:

当时(公元前三世纪),魏国有信陵君;楚国有春申君;赵国有平原君;齐国有孟尝君。他们都能尊重地位较低的人。他们喜欢周围有许多来投靠他们的学者，以便靠他们在论争中彼此争雄。吕不韦由于秦国虽然强大而在学者方面仍不能与这些国家相比而感到羞耻,因而他号召学者们到秦国去,并给以慷慨的款待，他终于得到了三千个食客②。这时，封建诸侯身边的人们中间有许多善辩的学者,如荀卿的弟子们,写了一些书传遍天下③。吕不韦于是让他的食客们记下他们所听到的

① 例如本书第一卷第 204, 320, 504 等页；第二卷第十章第二节，第三节，第四节，第十八章第六节；第三卷第十九章第三节。

② 人数已超过齐国的稷下(见第一卷第 199 页)。

③ 参看本书第二卷第九章第四节。

事情，并把这些讨论收集起来编成八“览”、六“论”和十二“纪”，总共有二十多万字①。他认为天、地、宇宙万物的所有事情都包括在这部著作中。他把这部书题名为《吕氏春秋》②，把它陈列在咸阳市集的大门口，旁边悬挂黄金一千斤，并出告示说，各诸侯国来的游人宾客，如果有人能为这部书增、删一字，他就可得到这份财富。③

〈当是时，魏有信陵君，楚有春申君，赵有平原君，齐有孟尝君，皆下士，喜宾客，以相倾。吕不韦以秦之强，羞不如，亦招致士厚遇之，至食客三千人。是时诸侯多辩士，如荀卿之徒，著书布天下。吕不韦乃使其客人人著所闻，集论以为“八览”、“六论”、“十二纪”，二十余万言。以为备天地万物古今之事，号曰《吕氏春秋》。布咸阳市门，悬千金其上，延诸侯游士宾客，有能增损一字者，予千金。〉

---

① 据三世纪初第一个注释者高诱计算，是173054字；可见，这一估计是差不多的。今日此书仍分为三部分，《月令》在“十二纪”内。

② 当然，这是想摹仿《春秋》（参看本书第一卷第155页），但实际上并无相似之处。

③ 《史记》卷八十五第五页正面。英译文采自Bodde (15), p. 5。

《吕氏春秋》第一部分最后的说明①告诉我们，这部书完成于公元前239年。一个在政治上强有力而在文化上却相对贫乏的社会（甚至吕氏本人也是这样看的），要努力吸引其他国家的人材和学术到它那里去，这种情况在历史上并不是唯一的一次；在蒙古人统治下的波斯，再晚一些，在北美大陆，都很容易找到同样的例子。

我们已知的古历书并不止这两种。例如，有一种东汉的历书，称为《四民月令》，据说是崔寔所作；假如其中包含有天文学的资料的话，那末这些资料是还没有人作过研究的。

（iii）周代至梁代（公元六世纪）的天文学著作

《孟子》里有一段提到天文学的有趣的话。这是一段显然有道家风味的话，孟轲用这些话来批评当时的学者曲解事实违反自然。这一段话是：

> 凡论述事物性质的人，只不过是推论因果关系而已。各种现象的价值在于它们的自然性。我之所以讨厌这些读书人，就在于讨

① 《吕氏春秋》卷十二最后一节——《序意》。

厌他们作结论的方法过于牵强附会。如果他们能够像大禹治水那样去做，他们的学识就没有什么令人厌恶的了。大禹做这件事似乎没有什么麻烦(即认识到水是向下流的，因而不试图使水向上流)。 如果这些有学问的人能这样做，他们的知识就很高深了。 试想天是如此之高，星是如此之远。我们如能考察它们的各种现象，那末，即使我们仍然坐在原地，也能追溯到一千年前的二至日。①

〈天下之言性也，则故而已矣。故者，以利为本。所恶于智者，为其凿也。如智者若禹之行水也，则无恶于智矣。禹之行水也，行其所无事也。如智者亦行其所无事，则智亦大矣。天之高也，星辰之远也，苟求其故，千岁之日至，可坐而致也。〉

孟轲想到的大概是一些和他同时代的人，因为当时正是两位最伟大、最早的中国天文学家——齐国的甘德和魏国的石申——在世的时候。他们的著作年代应该是在公元前370年至270年之间。最早的星表的编制者，就是他们两人和另一位天

① 《孟子》卷八《离娄章》句下。英译文采自 Legge (3), p. 207，经作者修正。

文学家——巫咸[①]；关于这些星表，我们将在后面第六节再介绍[②]。他们的著作大可与伊巴谷的著

① 这并不是这位作者的真名，真名已不可考；他的著作被认为是传说中的商朝大臣巫咸所作。

② 这三位天文学家一般被认为是中国方位天文学的创始者，是首先按照一种座标以度数标定恒星位置的人（见后面第214页）。但在《晋书·天文志》的绪论部分（卷十一第一页正面），还有其他许多人名和他们并列。书中说："其诸侯之史，则鲁有梓慎，晋有卜偃，郑有裨竈，宋有子韦，齐有甘德，楚有唐眛，赵有尹皋，魏有石申，夫皆掌著天人，各论图验。"前面已提到巫咸是殷代人，史佚是周初的占星家，除此以外，最早的是卜偃，他曾预言晋献公将攻下某城（公元前675—650年）。公元前六世纪末有梓慎，他曾事鲁襄公（公元前570—540年）。公元前五世纪初（大约在孔丘去世这一年），有裨竈和史子韦，前者曾预言陈国将在公元前478年灭亡；后者曾于公元前480年答宋景公问[《史记》卷三十八第十五页反面；译文见 Chavannes (1), vol. 4, p. 245]，有一部不完全的书，称为《宋司星子韦书》，据说是他所作，现在尚存残篇（见《玉函山房辑佚书》卷七十七第十二页正面）。唐眛的时代不详，但尹皋当是公元前403年赵国建立后的人，因此很可能和为晋国的另一继承国服务的石申同时。以上诸人都被称为占星家，并主要以这种身分传于后世，这一点并不能说明什么问题；但他们的姓名与石申、甘德、巫咸并列，则可能意味着远在公元前四世纪中叶之前，方位天文学就已出现于中国。甘德和史子韦的关系，很可能同伊巴谷和铁木查里斯 (Timocharis) 的关系相同。

《晋书》的叙述主要出自《史记》中一段类似的话[卷二十七第三十八页正面，译文见 Chavannes (1), vol. 3, p. 402]。不过，司马迁略去了梓慎和卜偃，增加了史佚的一位周代同行——苌弘，这个人的其他情况不详。

以上的材料有一部分是何丙郁(1)所收集的。

作媲美，但时间则较后者（公元前134年）早两个世纪。

他们的著作（即星表）的原名是：石申的《天文》，甘德的《天文星占》。巫咸的星表则以其姓氏为名。这些书似乎一直流传到梁代（六世纪），但此后便不复见于史书的《艺文志》或《经籍志》。在隋代（六世纪末），它们显然大部分被收入武密的《古今通占》中，但后一本书到元代也散佚了。因此，他们的一部分著作是以下列四种形式传下来的：(1)一本叫作《星经》的书；(2)《晋书》中的《天文志》①，这大概确实是七世纪的数学家李淳风所撰写的；(3)一部称为《开元占经》②的历代天文学著作总集③；(4)伯希和（Pelliot）在敦煌发现的一种占星术抄本④（621年）。关于这四种资料的内容，马伯乐[Maspero (3)]曾作过一番分析。现在的《星经》并不是全本，只列有中宫（拱极区）

---

① 《晋书》卷十一第七页正面那一节。

② 《开元占经》卷六十五至卷七十。

③ 公元729年以前不久由印度人瞿昙悉达编成；参阅前面第13页。

④ 法国国立图书馆第2512号。

和东、北两宫的恒星和星座①。一般认为它比不上《晋书·天文志》。这些书都载有以度数计量的观测数据,这究竟是原书所有,还是后世观测者所加,我们要在后面加以讨论。《开元占经》的数据最为完整②。这四种古书似乎都以公元310年左右陈卓所辑录的周代天文学著作为蓝本,但四本所收却各不相同。如果能把这些残存的材料系统地加以复原,可能很有价值,但这一工作迄今尚未进行。现存的《星经》至迟出于隋代,而且很可能上推到五世纪。这部书已收入《道藏》,称为《通占大象历星经》③,不知马伯乐[Maspero (3)]何以竟未提及。敦煌抄本中有关于五星运行的部分,但在其他各本中都没有列进去。

在晚周的初步观测时期之后,汉代由于在宇宙论方面非常发达,所以特别值得注意。关于这一点,我们将在下一节加以叙述。不过,在公元前四世纪时,北方的自然主义学派④和南方的著名

① 参看后面第157页。

② 关于这个问题,薮内清(6)已作了仔细研究。

③ 《道藏》洞真部众术类。

④ 参看本书第二卷第十三章第三节。

诗人屈原就都已经提出了有关宇宙的问题了。屈原的《天问》[1]（公元前300年左右），是用提出一系列有关宇宙的问题的形式写的。我们在本书第十八章中讨论自然法则观念的发展时，已经提到过这篇楚赋。有些人以为[2]，这篇韵文所描写的，是一座庙堂中以宇宙问题为题材的壁画（例如二世纪的王逸曾经这样说过），但现在认为这种说法有些靠不住[3]。闻一多（2）曾经就这个主题写了一篇考证文章，他认为《天问》中包含有关于宇宙构造方面的奇想。其中关于天有九重的想法，颇令人联想到托勒密和亚里士多德的天球[4]。这种

① 译文见 Conrady & Erkes (1)，传记见《史记》卷八十四。

② 例如参看 Erkes (8)。

③ 参看卫德明的著作 [H. Wilhelm (7)]，他把那些问题看作是祭神仪式中用的隐语。

④ 大多数科学家最初会认为，这种理论应当是从希腊人的水晶球说衍生出来的。陈文涛的确曾绘图证明这一想法[陈文涛(1)，第38页]。但是，姑且不说张骞时代文化交流非常困难，就是以年代而论，也不相合(参阅本书第一卷第七章第五节和第七节)。比屈原早半世纪的欧多克苏斯 (Eudoxus) 只不过是勾出了同心球体系的轮廓，而本轮说在公元前200年左右的阿波罗尼乌斯 (Apollonius) 以前尚未成熟 [Neugebauer (9), pp. 147 ff.; B. & M., pp. 426 ff.)。当然，这种理论的根据只是公元前五世纪毕达哥拉斯学派的模糊概念。艾约瑟 [Edkins (10)] 认为，这里可能有方向相反的传播，但从希腊人喜欢圆以及种种几何图形的特点来看，此说当更不可靠。

概念虽然在汉代偶尔有人提到[①]，但对于后世天文学思想却几乎毫无影响。

现在我们又要提到《周髀算经》[②]，因为它记载了一个主要的科学思想流派的理论[③]；我们在前面已经看到，人们认为这个理论是以周代的学说为核心，加上秦和西汉时代的补充而成的。另一派以《淮南子·天文训》(约公元前150年)后一部分[④]为代表。与淮南王刘安同时的落下闳，据说是中国天文仪器的创始人（不过这是很不可能的），他的《益部耆旧传》[⑤]现在只有片断章节见于类书《太平御览》。

如果继续搜求关于宇宙理论的发展，在汉代盛行的纬书中还可望找到一些[⑥]。宋均(卒于公元

---

① 例如《淮南子》卷三第十六页正面。"九天"也见于屈原的其他诗篇。

② 参阅本书数学一章(第十九章第三节)。

③ 参阅后面第92页。

④ 译文见 Chatley (1) (未出版) 及 Maspero (3) (一部分)，作者所用是前一种。在中文书籍中，钱塘的《淮南天文训补注》(1788年)是讨论此书的重要典籍。

⑤ 后来有几种别的书均以此为名。

⑥ 见本书第二卷第十四章第六节和第九节。

76年）注的两种纬书——《尚书纬考灵曜》和《易纬通卦验》——大部分已经传下来，收入明代的《古微书》。《尚书纬考灵曜》一书倾向于《周髀》的宇宙论；后一书则倾向于另一种理论，这种理论以大天文学家兼测地家张衡（公元78—139年）及其《灵宪》[①]一书为主要代表。

我们如果再稍稍往前追溯，就应当提到司马迁《史记》中关于天文学的重要章节（公元前90年完成）。他的《天官书》[②]的写法很有系统（他本人曾担任国家天文占星方面的最高官职）：首先是检阅中、东、南、西、北"五宫"的恒星和星座，然后对五星的运行（包括逆行）进行详细讨论；接着按占星术关于天上各星宿同地上各分野的关系的说法，来解释日月的异常及彗星、流星、云、气（包括极光）、地震和丰歉预兆等异常现象。全篇的结束是这位史学家的感想。他指出，自古以来，

① 现在只有一部分存于马国翰的《玉函山房辑佚书》卷七十六。我们已经在本书关于自然规律观念的一章提到过［参看第二卷第十八章第六节第(6)小节］。同一章也提到张衡的另一著作——《浑仪注》，但此书不完整。

② 《史记》卷二十七。译文见 Chavannes (1), vol. 3, pt. 2, p. 339.

统治者无不仔细地观测日、月、星辰，他还回顾过去完成的伟大进步，列举了以石申殿后的一长列星象家的姓名。然后，他提到各个时期见于记载的交食次数、不寻常的流星雨、以及它们所预兆的或随之发生的大事件。对于中国古代天文学来说，《天官书》是一种最重要的资料①。

第一部官修的断代史《前汉书》也有几卷涉及天文学②，作者大概是马续。此书完成时（公元100年左右），西汉的历史性数据已经和东汉较进步的天文学知识结合起来了。对于这批材料，包括计算合朔周期和预报交食方面的详细叙述在内，人们已经解释得很清楚③，不过尚待研究的地方也还不少。这部重要的史料现在还没有完整的西文译本。

公元一世纪以前，交食在中国天文学中并不占重要地位，不过到公元85年左右贾逵改历时，

---

① 关于《天官书》的真伪问题，已通过刘朝阳（3, 4）的透彻研究而得到有效解决。

② 特别是卷二十六。

③ 参看 Eberhard & Henseling (1); Eberhard, Müller & Henseling (1); Eberhard & Müller (1)。

已制成了观测仪器，在公元178年刘洪和蔡邕所作的《律历志》中已出现这种新知识，并且有用度数表示的交角。关于交角，埃拉托色奈斯(Eratosthenes)在公元前三世纪末叶已作过观测。三国时，在刘洪、蔡邕之后不久，陈卓曾把周代的星辰方位辑成一书，不过甚至连这部书的书名，现在也已不清楚了。另一方面，和陈卓同时而略早的王蕃，有一种重要著作叫做《浑天象说》(公元260年写于吴国)，却没有失传，已由艾伯华和米勒[Eberhard & Müller (2)]译为西文，并加了注释。当时还有一位名叫姚信的天文学家，他曾写了一本《昕天论》，这部书还有一些片断见于类书；姚信曾创立了另一种天球理论①(天球理论是张衡首创的)，和他同时的杨泉曾在《物理论》中介绍过这种学说。

到公元四世纪，虞喜(公元307—338年著称)发现了岁差，他的《安天论》② 还有一些片断流传下来。虞喜的族祖虞耸所著的《穹天论》③ 也传下

① 参阅后面第102页。

② 这里可能涉及象岁差那样的运动。参阅后面第225，432页。

③ 这本书的书名很有意义。总的说来，中国天文学家并没有把宇宙想象为水晶球或其他固体球的倾向。

来了。一百年后，出现了绘制星图的钱乐之，但他的星图已失传，连书名也没有传下来；与他同时，还有作《天文录》的祖暅之，这本书有一部分被收入《开元占经》。

(iv) 梁代至宋初（公元十世纪）的天文学著作

在公元六世纪末即隋代时，有前面已提到的武密的纂辑之作；还有王希明（道号丹元子）颇为有趣的题为《步天歌》的天文诗①1)。王希明虽然时代较晚，却可以说是中国的阿拉图斯(Aratus)②或马尼利乌斯(Manilius)③。一千多年以来，《步天歌》

---

① 译文见 Soothill (5)。

② 此人和荀卿属同一时代，生于公元前 315 年，卒于公元前 245 年；曾作描写恒星和星座的希腊文诗歌《天象歌》(*Phaenomena*)。参阅 Mair (1); Böker (1)。

③ 此人和刘歆属同一时代，成名年代在公元 20 年左右；曾作拉丁文占星诗《天文歌》(*Astronomicon*)。二十世纪时英国诗人豪斯曼 (A. E. Housman) 曾毕生研究他的著作。

1) 据《通志》记载，《步天歌》的作者是丹元子，但丹元子并不是王希明的道号。——译者

一直很有名。十八世纪类书《图书集成》编成时，它自卷四十四至卷五十四是《乾象典》，分别列举各个恒星及其座标以描写天空的各个部分，每一段落之前都冠以有关的《步天歌》数句，后面则附以耶稣会传教士及其助手们所作的《西步天歌》。数学家李淳风的父亲李播和王希明属同一时代的人，他是个道家，在隋末唐初时曾作《天文大象赋》，给天上各大星座作了很好的描写。

到唐代(七世纪)，《晋书》、《隋书》都在编写中(公元630年前后)。这两种史书(特别是前一种)的《天文志》似乎大部分都出于李淳风和长孙无忌之手，是天文学知识的宝库①。到八世纪，出现了前面已经提到的《开元占经》，由于编纂者从古书中保存下来那么多的天文学资料，的确使后世受益不浅，不过他本人所感兴趣的倒可能只是在占星术方面。这时也正是僧一行②进行学术活动以

① 关于《晋书·天文志》的资料来源，我们很想多了解一些，但所了解的仍然不多。例如，公元200年刘表统治荆州时，曾命刘叡作《荆州占》。此书特别注意行星以外的现象，如彗星、新星、流星、日斑、晕、幻日等，原书已失传，但七世纪时的天文学家的确曾引用过它的材料。

② 关于这位不平凡的大师的贡献，应进行专题研究。在竺

及印度天文学家居留在中国的时期。

隋唐时代的印度天文历法家的著作虽然大部分已经失传，但我们还要在这里谈一谈他们的事迹。现在就从早已失传、仅见于《隋书·经籍志》中的《婆罗门天文经》① 等书谈起。这些书在公元600年前后当已流传各地。其后两世纪，史书上也曾出现在中国首都居留的印度天文学家的名字。公元759年，不空和尚（印度人阿目佉跋折罗，即Amoghavajra）将佛教占星著作《宿曜经》② 译为汉文。五年后，他的中国弟子杨景风（也是天文学

可桢(5)的著作中稍有论及。一行本人的著作，留下来的很少，但《大藏经》中有他的《宿曜仪轨》和《北斗七星念诵仪轨》。他是佛教密宗僧人，是中国历史上最伟大的天文学家和数学家之一（公元682—727年）[1)]。他在天文学方面颇受印度（因而也受到希腊）的影响，曾用黄道座标进行观测，并与梁令瓒一起制成附有黄道窥管的浑仪（黄道游仪）。他和梁令瓒也是世界第一具机械钟擒纵器的发明者。这项发明曾用在水运浑天和带机轮的浑天仪上（后者是公元725年为唐玄宗制作的）。本书前面已提到他对数学的一些贡献［见第十九章第九节第(4)小节及第(11)小节］。他以推算交食及制《大衍历》（公元728年）而著名。

① 参看本书第一卷第六章第六节（第274页）。

② 参看后面第78，198页。

1） 按1965年版《辞海》，僧一行的生卒年应为公元673—727年。后面第76页说一行死于728年，同样有误。——译者

家)给它加了注释。他写道:

凡是想知道五星位置的人,都可以采用印度的历法,来推知什么"宿"是某一个行星即将横过的。现今印度历专家有三派:迦叶氏、瞿昙氏和拘摩罗,他们都在天文部门任职。但现在大都使用瞿昙大师的历法和他的"大术"① 来为政府进行工作。②

〈凡欲知五星所在者,天竺历术推知何宿具知也。今有迦叶氏、瞿昙氏、拘摩罗等三家天竺历,并掌在太史阁。然今之用多瞿昙氏历,与大术相参供奉耳。〉

他们确实曾入太史阁。公元665年,迦叶孝威曾协助李淳风修《麟德历》,后来他的族人迦叶

① 这里的瞿昙氏如果不是瞿昙譔,就应该是瞿昙晏。所谓"大术",有人认为是由婆罗门书籍及印度天文学家传到中国的早期三角术,参阅薮内清(1)。在《开元占经》卷一〇四中确有正弦表,这个表,薮内清曾加以复制[Yabuuchi (1)]。如第十九章第八节第(8)小节所述,角函数(正弦、余弦等)的命名在印度始于公元420年左右的《婆利沙历数书》(*Pauliśa Siddhānta*),并由圣使(Āryabhaṭa)和彘日(约公元500年)加以进一步发展,这就为佛教旅行家把它传入中国铺平道路。然而并没有产生任何永久性影响的迹象。参阅本书第十九章第三节第(2)小节、第八节第(8)小节及第十节。

② 《宿曜经》,见影印宋碛砂版《大藏经》第五十七函。由作者译成英文。

志忠（708年左右）和更晚80年的迦叶济似曾参与军中的占星活动。瞿昙家族中的第一人是公元697—698年间提出两种历法的瞿昙罗①，但最伟大的人物是本书多次提到的瞿昙悉达②，他曾辑成《开元占经》（729年），书中使用了零这个符号，还有其他一些革新③。这个家族在修历问题上曾反对一行的观点。一行去世的那一年，即公元728年，张说和陈玄景奉诏刊行了他的《大衍历术》。但陈玄景在公元733年和瞿昙譔一起声称④，一行的《大衍历》不过是因袭瞿昙悉达所译的《九执历》⑤，而且还搞出了一些错误。他们虽然得到有才干的中国天文学家南宫说的支持，但始终未能动摇《大衍历》的优势地位⑥，公元729年此历正

---

① 参看《唐会要》卷四十二。

② 参看第十九章第二节、第三节第（2）小节和第十节。

③ 即把圆周分为360度，而分、秒采取60进位制等。

④ 萨顿 [Sarton (1), vol. 1, p. 475] 曾被三上义夫 [Mikami (1), p. 58] 所误，把瞿昙譔提前了一百年以上。

⑤ 公元718年译。参阅前面第13页。译文不是完全按原文译出，所有计算均已按长安的纬度改过。

⑥ 见《新唐书》卷二十七上第一页正面。后来在桓执圭等人监视下，在灵台进行了实测，结果证明一行的《大衍历》比李淳风和瞿昙悉达的准确。关于这件事，宋君荣 [Gaubil (12), p. 89] 在很久以前就已经说过。

式颁行，一直用到757年。到八世纪六十年代，这个家族的代表人物是瞿昙晏。在另一方面，拘摩罗家族则和一行有交往，因为拘摩罗家族中有一个人曾给《大衍历》(728年)贡献了一个推算日食的方法，并编了一种占星手册①。

人们可能要问：这些作为天文历法专家的印度僧人是否同其他印度佛教徒一样呢？他们不大可能是独身者，因为他们的家族在两百年内还有踪迹可寻，他们大概是同俗家技术人员一样，和中国女子结了婚。值得注意的是，他们的活动似乎对中国天文学没有多大影响。二十八宿依然存在，圆周仍然分为$365\frac{1}{4}$度，印度的三角术未见采用，零号又熟睡了四个世纪，至于希腊的黄道，则当然被埋葬在古怪的音译中。从那时以后，各印度家族是否有永久性的贡献被中国人接受下来？如果有的话，是一些什么贡献？关于这些问题，都需要作进一步研究。当时有苏莱曼·塔吉尔(Sulaimān al-Tājir)②记下了他自己的印象，说是印

① 我们感谢浦立本 (E. Pulleyblank) 教授和我们交换了关于这些人物的一些研究。参阅薮内清 (1)，第40页那一节。

② 参看 Renaudot ed. (1), p. 46; Sauvaget (2), p. 26。

度天文学比中国的先进，但这很可能是他同迦叶济之流谈话的结果。印度除发展三角术这一点很重要之外，其他没有什么可作为这种印象的客观根据。不过，有一点还是应该加以肯定的，这就是：我们在今天能看到中国上古、中古代最庞大的天文学资料集，还应当感谢一个印度人——瞿昙悉达。

为了更完整地了解当时的时代背景，还有一点必须提一提，这就是还有其他许多影响也在起作用。我们早已说过①，波斯天文学家也曾去过中国，例如，公元719年有大慕闍②从支汗那③(Jaghānyān)来。在当时中国的汉文佛经中可找到波斯的占星术语④，而在《宿曜经》(公元764年)中并有康居(粟特)五星名称的音译⑤。有些天文古书⑥是从康居文和波斯文译过来的。摩尼教

---

① 本书第一卷第454页。

② 《册府元龟》卷九七一。大慕闍是一称号，见 Chavannes & Pelliot (1), p. 153; Grousset (1), vol. 1, p. 352。

③ 即吐火罗国，也就是以前的大夏。

④ 参看 Huber (2); Eberhard (12); Chavannes & Pelliot (1)。

⑤ 参看后面第198页及 Wylie (15)。

⑥ 例如奇怪的《都利聿斯经》，石田(1)曾研究过这本书。它是公元800年左右由璩公译成汉文的。

对星期日的叫法“密”，在福建和日本是通用的。大约一百年前，德贞[1)]（Dudgeon）已证明，这是 Mithras 一名的第一个音节。但当时与中国天文学有关的西方人并不只限于摩尼教徒，我们至少还知道有一个景教徒，即著名的景教碑碑文（公元781年）的作者景净①，他曾译过一种叫作《四门经》（四宫各宿的划分；大概是译自康居文）的天文占星古籍。

这些活动使八、九两世纪的天文占星文献更加丰富起来。有的书或其片断章节已收入《大藏经》，例如《七曜星辰别行法》②中有二十八宿表，并列出各宿的星数③。吴伯善的《七曜历》，名称与此相似，公元755年曾被正式采用，不过使用时间只有几年。近年有人已经猜想到，以七曜为名的书可能由于某种原因曾受波斯和康居的影响④，

---

① 景净原名亚当（Adam）。他也译过佛经［Chavannes & Pelliot (1), p. 134］，因此他信奉基督教应当是早年的事。

② 参看 TW 1309。

③ 中国《大藏经》中其他著作，今后将时时提及。亦可参看 Eberhard (12)。

④ 对于这一问题，叶德禄 (1) 已作过初步研究。

1） 德贞在本书第一卷中译为达吉恩。——译者

这个名称与七曜日有关，中国虽然不曾采用七曜日，但它确实曾从伊朗文化区传入中国①。这种影响是重要的，我们必须退回几步把它研究一下。

沙畹和伯希和②并不知道在六世纪初以前曾用过“七曜历”一名。但是，公元437年甘肃的北凉（匈奴族）被刘宋攻破时，北凉太史令赵䮠③曾将一批天文学书籍献给宋帝，其中便有一种《七曜历数算经》④。这位有成就的星象家原籍西北地区这一事实的意义是不言而喻的⑤。公元500年

---

① 参看 F. W. K. Müller (3); Chavannes & Pelliot (1), p. 174。

② 参看 Chavannes & Pelliot (1), p. 170。

③ 事见《宋书》卷九十八第十九页反面。参阅李俨 (20), 第63页。《内经》卷六十六第四页正面也有关于七曜的记载，不过这肯定是唐人或唐以前的人所加的。唐代注释家王冰曾说过：“今外蕃具以此历为举动吉凶之信也。”

④ 这部书和赵䮠的其他天文、历算书籍均已列入《隋书》，见《隋书》卷三十四第十七页反面及十九页正面。

⑤ 实际上《后汉书》（公元210年以后）已载有两种讲七曜的书：一种是著名数学家刘洪所作，一种是平民出身的刘陶所作。此语见刘洪记交食的文章（《全上古三代秦汉三国六朝文》卷六十六第八页反面）及公元274年刘智的《论天》（《全上古三代秦汉三国六朝文》卷三十九第五页正面）。还有一种名称相似的历，即徐广的《既往七曜历》，公元425年他的外甥何承天上书献《元嘉历》时曾提到它。

以后，以"七曜"为名的书愈来愈多。例如[①]，梁代有一位名叫庾曼倩（公元520—570年著称）的官员，曾注《七曜历术》[②]和一些数学古籍[③]。在《隋书·经籍志》的记载中，带有"七曜"字样的书不下二十二种[④]，其中有一种是公元660年左右曹士蒍所作。曹士蒍是一位天文学家，他的姓在昭武九姓之内，这一点可能很重要。象这样的书，历代艺文志或经籍志中至少有四十种。

这些事实说明什么呢？它们只不过说明，巴比伦数学、天文学、特别是星历计算算学可能通过

① 《梁书》卷五十一第二十七页反面。

② 见《隋书》卷三十四第十八页反面；书名几乎全同。

③ 庾曼倩出于天文占星世家。他的父亲庾詵（公元532年卒）信道教，也信佛教，又是著名数学家，曾著《帝历》二十卷（《梁书》卷五十一第二十五页反面及二十七页正面）。子庾季才（公元560—600年著称）是隋代最杰出的天文学家之一（《梁书》卷五十一第二十七页反面）。这个家族和道教有关，这一点可由与庾詵同时的庾承先（《梁书》卷五十一第二十八页正面）以及曾事北周并著有《象戏赋》的庾信看出来。到唐代，这个家族最后出了一位太史令——庾俭（公元610—630年著称）。

④ 其中有两种是数学家甄鸾（公元535—577年著称）所作。甄鸾是从道教皈依佛教的人，前面已多次提到他（参看第十九章第三节和第六节）。在这些书当中，有十种是以陈、隋之间（公元557—604年）的朝代名称分别命名的。

这样的途径传到中国，并在这里得到进一步发展罢了。我们在前面[本书第十九章第九节第(5)小节] 曾谈到内插法，这种方法似乎始于六世纪末的刘焯。后面(第533页)将谈到塞琉古王朝的巴比伦天文学家为此目的而使用的代数方法[1]。这些方法是在公元前300年以后发展起来的，有的和亚历山大大帝同时，有的在他之后。公元100年“迦勒底”在安息人手中，公元226年合并于波斯萨珊王朝；因此科学知识向东北传入中亚，并无阻碍[2]。后来，突厥人与波斯人结成联盟，并于公元560年左右从哌哒匈奴[3]手中夺取撒马尔罕，这样便开辟了通到东方的商路，从而使康居人在四、五百年之中成为西域和中国市场上最富有的商人[4]；到这一世纪之末，康居[5]的确已成为中国的属国。因此，虽然星历计算早在公元三世纪就已经开始发展，但我们可看到，在六世纪中叶以后

① 参阅 Neugebauer (9, 10)；特别是 (10)。

② 公元三世纪萨珊王朝统治下的波斯，是天文学活动的主要舞台，参阅 Taqizadeh (1)；Neugebauer (12)。

③ 参阅 Hudson (1), pp. 79, 123。

④ 参阅 Cordier (1), vol. 1, pp, 392 ff.; Pulleyblank (3, 4)。

⑤ 古康居即粟特；参阅本书第一卷第377页。

有进步显著的大发展。

唐代还有一种著作，这就是诗人柳宗元的一篇文章。公元前300年左右，屈原曾在《天问》中提出关于天的种种问题，公元800年左右，柳宗元就这些问题提出了解答；这篇文章的题目就叫作《天对》[1]。

（v）宋、元、明的天文学著作

从宋代自然科学非常兴盛（参阅第二卷第十六章第五节）这种情况来看，应当可以预料天文学在当时也会很兴盛，而且这一点也应当在天文学文献的增加上反映出来。同时也应当可以看到一些能和当时（公元十至十三世纪）的生物科学著作媲美的专题著作。这个时期似乎的确曾经出现了大批文献，但不幸只有少数流传下来。宋朝第二代皇帝曾设立了天文阁（天文学图书馆），它的藏书达2561卷[2]之多。因此，我们把十二世纪传下来的各种书目看一看，可能颇有趣味。

① 此文见《图书集成·乾象典》卷十一，参看前面第67页。

② 详见《归田录》（1067年）卷十四第一页反面。

郑樵的《通志略》曾根据公元1150年前后皇家图书馆的藏书，列出了一个庞大的书目。我们在这个书目中发现，天文学以及与此有关的书不下369种。这些书的分类和名称似乎值得一看。

天象（七十三部）——其中包括：

《灵宪图记》——可能是公元前二世纪张衡所著《灵宪》的图说，但不能肯定。我们现在很希望能看到这些图

《浑天图记》

虞喜的《安天论》——显然是完整的(四世纪)

姚信的《昕天论》(三世纪)

《二十八宿二百八十三官图》

《论二十八宿度数》

闾邱崇的《太象玄机歌》

李淳风的《太象玄文》(七世纪)

陈卓的《星述》——可能是用周代材料编成，已见上文

《浑仪法要》——韩显符在公元995年或其后不久所作，但到公元1010年可能有增补[1]

---

① 参看《宋史》卷四十八第四页反面那一节和卷二〇六第九页反面，《玉海》卷四第三十页正面那一节和第三十二页反面那一节。

《司天监须知》

竺国天文（六部）——包括书名冠以"婆罗门"字样的著作数种（参阅第一卷第274页），另外还有一行的著作一种

天文总占（四十三部）——包括《开元占经》在内

五星占（十五部）

日月占（十八部）

杂星占（十部）——包括彗孛、流星等

历数（一百五十七部）

七曜历（三十二部）

刻漏（十五部）——其中的一些书名将在后面关于刻漏的一节中述及

把《通志略》的书目同《遂初堂书目》作一比较，可能是很有益处的；后者是私人藏书目录，编者尤袤（1127—1194年）与郑樵同一时代。这个书目中与天文学有关的门类共有书95种，但不完全与天文学直接有关。有趣的是，这两个书目虽然年代很相近，但同时在两个书目中出现的书名却很少——这是当时文献数量庞大的一种证明。书名中有：

《四历剥蚀考》——可能是一种象专题论文那样的著

作

《纪元历经》——此历在公元1105年得到实际采用

《高丽日历》

《土圭法》——参阅后面第264页

《银河局秘诀》

《仰视纂微》

有时皇帝也会亲自给天文学著作写一篇序，例如，1006年司天少监王熙元所作《灵台秘要》，便得到这样的荣誉[1]。一般说来，宋代天文学文献的数量是相当可观的，可惜保存下来的只有少数。

然而我们总算十分幸运，现在还有一种最重要的宋代天文学著作，即苏颂从1088年开始到1094年写成的《新仪象法要》。此书卷上描述一座复杂而完善的浑仪，不仅附有仪器全图，还画出了每一重要部件。卷中描述一座天球仪（浑象），附有许多星图，在此图中，拱极区（中宫）和南极区画成平面球形，而接近黄、赤道的区域则用圆柱投影，很象麦卡托的画法[2]。卷下描述天球仪的机

① 详见《宋史》卷四六一第三页反面。

② 麦卡托（Mercator）的年代是公元1512—1594年；麦卡托式投影法出现于公元1569年。参阅 Struik (1)。

械装置，这种装置如采用钟表机械传动，即可使天球和机轮保持不停的转动。这种装置的动力由装有特种擒纵器的水轮提供。书中还有许多零件图①。苏颂是沈括的朋友；沈括的《梦溪笔谈》(1086年)，我们已经多次提到，其中有不少天文学方面的材料，应当尽快把它译成西文。

宋代描述星座的书现在还有很少几种存世，薮内清(10)已对它们进行了研究。《灵台秘苑》原是北周庾季才所作(约公元580年)。《管窥辑要》中也有宋代的资料。王应麟的《六经天文编》是一部天文历法资料非常丰富的书，但它似乎尚未受到现代学者注意。

元代当然是中国天文学家和穆斯林天文学家(波斯人和阿拉伯人)密切合作的时期。关于这种合作，我们在第十九章[第三节第(3)小节]已经谈到一些，后面(第474，498页)还要继续谈一谈。

自此以后，直到耶稣会传教士入华为止，文献似乎不如以前那样多。但是，甚至在传教士们入

① 关于这种天球仪的详细情况将在后面第417页以下加以介绍；但关于计时器，则要到谈及机械工程时再行介绍。

华之后，介于占星术和天文学之间的大部头资料汇编，例如黄鼎的《天文大成管窥辑要》之类的书，仍然在那里继续出版。这种传统在中国以《开元占经》及其以前诸书为开端，通过辽耶律纯的《星命总括》和元赵友钦原著、明王祎订正[①]的《革象新书》，一直到黄鼎的书刊行时，才接近尾声。

前面已经提到，非常不幸的是，元代大天文学家郭守敬的著作竟一本也没有流传下来。然而人们知道，1319年，即郭守敬逝世三年之后，出现了马端临的《文献通考》，在这本通考中有彗星、新星、流星等的详细记录表，这些表在颇大程度上成为后面将提到的现代西文同类记录表的根据。

在明代，自然科学一般都趋向于衰落，天文学似乎也是如此。除了上面刚提到的王祎（公元1445年前后著称）的书以外，较晚的有王可大的著作，例如他的《象纬新篇》[②]。耶稣会传教士们入华后，天文学被重新唤醒，刊行的书突然大增，不过，关于这些书最好留到后面（第687页）再谈。

---

① 王祎在书名上加了"重修"字样。

② 参看《图书集成·乾象典》卷九。

1726年编成的《图书集成》，特别是此书的前三部分[①]，有大量天文学资料。其中虽有许多耶稣会传教士的东西，但其中所搜集的有关古代著作家（包括佚书）关于宇宙（《乾象典》卷四至十四、卷二十八、卷三十一）和恒星（《乾象典》卷五十五至六十三）的大量资料，值得我们注意。《历法典》卷七十九有中国历史上所有历法的总表，卷八十至八十二是关于这些历法的重要著作，卷八十三至八十四是完整的中国天文仪器史。第三部分（《庶征典》）是很重要的，因为其中有极完整的天象记录表，包括日食、太阳黑子（日斑）（卷十八至二十四）、月食（卷二十五、二十六）、新星、彗星、流星以及恒星和行星的颜色等（卷二十七至五十九）。

由此可见，中国天文学文献虽然远较数学文献混杂、分散和不完整，但数量却相当多，即使把所有已散佚的除外也仍然是如此。可以和它相比的，只有植物学、动物学和药学方面的文献；多于它的则只有医学文献。从我们前面的概述所揭示的宽广的场面来看，人们不难看出，自宋君荣起到

① 即《乾象典》、《历法典》、《庶征典》。

德莎素止，西方学者所做的一切工作，都不过仅仅接触到这一学科的边缘而已[①]。尽管目前在许多专门的问题上，已有人在进行一些出色的研究[②]，但是，把许多完全未触及的史料考虑进去，从而对中国天文学全部领域加以通盘考察，仍然是一项值得重视的工作。本书因为受到总的写作计划的限制，所能做到的只是一种查明情况的考察而已。

四、古代和中古代的宇宙概念

我们已经看到，战国末期和两汉时代在宇宙论和天文学方面曾展开过热烈的讨论[③]。公元180

---

① 最离奇的是，一百多年前，象休厄尔(Whewell)那样不识一个汉字的欧洲著名学者，竟会写出这样一段话："我们在中国历史上，从未发现一项与天文学有关的观测或事实，他们的天文学从未脱离极其粗糙而不完整的情况。"(见 *History of the Inductive Sciences*, vol. 1, p. 166) 不过，甚至到1954年，也还有一位杰出的现代天文学家告诉我们："中国人有一种说法流传很广，即甚至在很早的时候，中国已有先进的天文科学。但是，能向我们证明他们确实先进的文献却很少。" [Abetti (1), p. 24]

② 例如，艾伯华关于汉代和三国时代天文学著作的研究，董作宾关于殷代历法的研究，米歇尔关于先秦天文仪器的研究。

③ 关于这一论题，最好的讨论见能田忠亮(4)。

年前后，蔡邕（他本人是个熟练的天文学家）在上皇帝书中提到当时已形成的各个主要学派：

> 论天的学者有三派。第一为周髀派；第二为宣夜派；第三为浑天派。宣夜说业已中断，现在这一派已没有能手了。至于周髀说，虽然它的方法与计算仍然保留下来，然而在试图解释天体的结构时，已证明它在许多方面有错误和论据不足。因此，官方天文学家不采用它。只有浑天说比较接近真理。①
>
> 〈言天体者有三家：一曰周髀，二曰宣夜，三曰浑天。宣夜之学绝，无师法。周髀术数具存，验天然多所违失，故史官不用。唯浑天者，近得其情。〉

五世纪末，祖暅之在《天文录》中也谈到这件事②，不过他给周髀学派另起了一个名称，叫作盖天学派。

---

① 《太平御览》卷二第四页正面；由作者译成英文，借助于Maspero (3)。又见《晋书》卷十一第一页反面。书名大概是《天文志》。参阅《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷七十第八页反面及本书第十九章第三节第（1）小节。

② 见《玉函山房辑佚书》卷七十七第六页反面，附于《穹天论》之后。

“周髀”一名,和数学一章中[1]介绍过的最古天算著作的书名相同,意思大概是“周天和表股”[2]。这本书把天描写成一个覆在地上的半球,被认为是盖天学派最早的著作。关于“宣夜”一名,四世纪时虞喜说:“宣,明也;夜,幽也。”但现代学者[3]则认为应解释为“无所不在的夜”。至于“浑天”两字,则无疑是指天球而言[4]。

(1) 盖 天 说

从盖天说谈起似乎比较方便,因为从内在的证据来看,必须认为它是三种学说中最古的一说[5]。此说把天想像为半球形的盖子,把地想像为

① 参看本书第十九章第三节第(1)小节。

② 这是“周髀”的原义,另一证据见四世纪虞喜的《安天论》。

③ 佛尔克 [Forke (6), p. 23] 和皮尼 [Puini (1)] 曾收集过本节所涉及的材料。

④ 应该注意,“浑天”的“浑”,即“浑沌”的“浑”。关于“浑沌”的概念,本书第二卷道家一章中已谈到。

⑤ 马伯乐 [Maspero (3), p.348] 对此虽有怀疑,但可不必管它。一般认为《吕氏春秋·有始览》(公元前三世纪)曾提到过这个学说[见钱宝琮(1),第16页]。

覆碗，天地之间相距 80000 里；这样便形成两个同心的圆盖。北斗星居天之中，人住的所在居地之中。雨水落地，向下流到四个边缘，形成边缘海洋①。地的边缘处，天高 20000 里，因此较地最高处为低②。天是圆的，而地则是方的③。天穹载着日、月，像磨一样由右向左旋转不停，日月虽然自有其由左向右的运动，但和它们所附着的巨轮相比则缓慢得多。然而，日月的出没只不过是人们的想像，事实上它们决不会通过地的基础之下运转。公元 265 年左右，虞耸④（岁差发现者虞喜的先人，大概是族祖）在《穹天论》⑤中说：

> 天很高，呈拱形，很像一个鸡蛋壳。它的边缘连接四海（边缘海洋）的表面。天浮在元气的上面。它像一个倒盖的碗浮在水上，它不

① 这是一种确实与邹衍的学说有关的概念（参阅本书第二卷）。参阅冯友兰（1），第 160 页；J. O. Thomson（1），p. 43。

② 《周髀算经》卷二第一页反面。

③ 指地的基础。

④ 马伯乐［Maspero（3），P. 389］误认虞喜为此书作者，这是他少有的错误。

⑤ 收入《玉函山房辑佚书》卷七十七第五页正面，原载《晋书》卷十一第二页反面。

会下沉，因为其中充满了空气。太阳绕着极而运转，没入西方而复从东方升起，但它既不是出自地中，也不会没入地中。天有极，正象盖子有圆顶一样，天的北方低于地三十度，天极的轴向北倾斜，从正东向西看，也成三十度角。现在的人居住在天极的东西向直线的南面十余万里的地方。所以地的中心不是直接在天极的下面。这个中心正好在天地的正东西向线和主垂直线上。太阳沿黄道的轨道绕天极运行。冬至时天极的位置在黄道之北一百一十五度，而黄道的另一端在极之南六十七度[1]。这些数据是从二至点的位置测出的。[2]

〈天形穹窿如鸡子，幕其际，周接四海之表，浮于元气之上。譬如覆奁以抑水，而不没者，气充其中故也。日绕辰极，没西而还东，不出入地中。天之有极，犹盖之有斗也。天北下于地三十度，极之倾在地卯酉之北亦三十度。人在卯酉之南十余万里，故斗极

① 这是在极下通过北方地平线测得的。此处的极当然是天球北极，而不是黄道极，数字只是近似的，因为115加67并不等于$365\frac{1}{4}$之半即$182\frac{5}{8}$古度。据我们所知，这一整数数字是公元85年贾逵最先计算出来的(参看后面第267页)。

② 由作者译成英文，借助于 Ho Ping-Yü (1)。

之下不为地中，当对天地卯酉之位耳。日行黄道绕极。极北去黄道百一十五度，南去黄道六十七度，二至之所舍以为长短也。〉

按《周髀》(卷下)的说法，太阳只能照亮直径为167000里的地区，这一地区之外，人们以为太阳未出，这一地区之内，则人们正处于白昼。由此看来，这实际上是把太阳看作拱极星，像探照灯一样照亮地面上的这一部分或那一部分①。但是，当它沿各“衡周”(赤纬圈)之间的轨道运行时，它和北极的距离便因季节而有改变，冬至点最靠外圈，夏至点最靠内圈——《周髀算经》有这一学说的说明，并画出了那些同心圆的图②。

关于盖天说的世界图式，恰特莱［Chatley

① 王充争辩说，日没只是表面上看来如此，正如在平地上看远处火炬的光逐渐隐没一样。见《论衡》卷三十二［译文见Forke(4), vol. 1, p. 262］。《晋书》卷十一第三页正面也有记载。《晋书》在这一段以下，接着提到葛洪对这一说法的驳斥。

② 见《周髀算经》卷上第十七页正面。本书数学一章第三节第(1)小节已提及这一学说。亦可参看后面第195页。恰特莱等认为，在盖天学派看来，太阳本身在沿赤经和赤纬运动时，是常常发生突然跳动的；恰特莱等还认为盖天学派不知道或者不承认有黄道存在。盖天学派的想法是否确实如此，似乎很难证实，但公元前500年以前某些古巴比伦天文学家的想法大概与此相似。

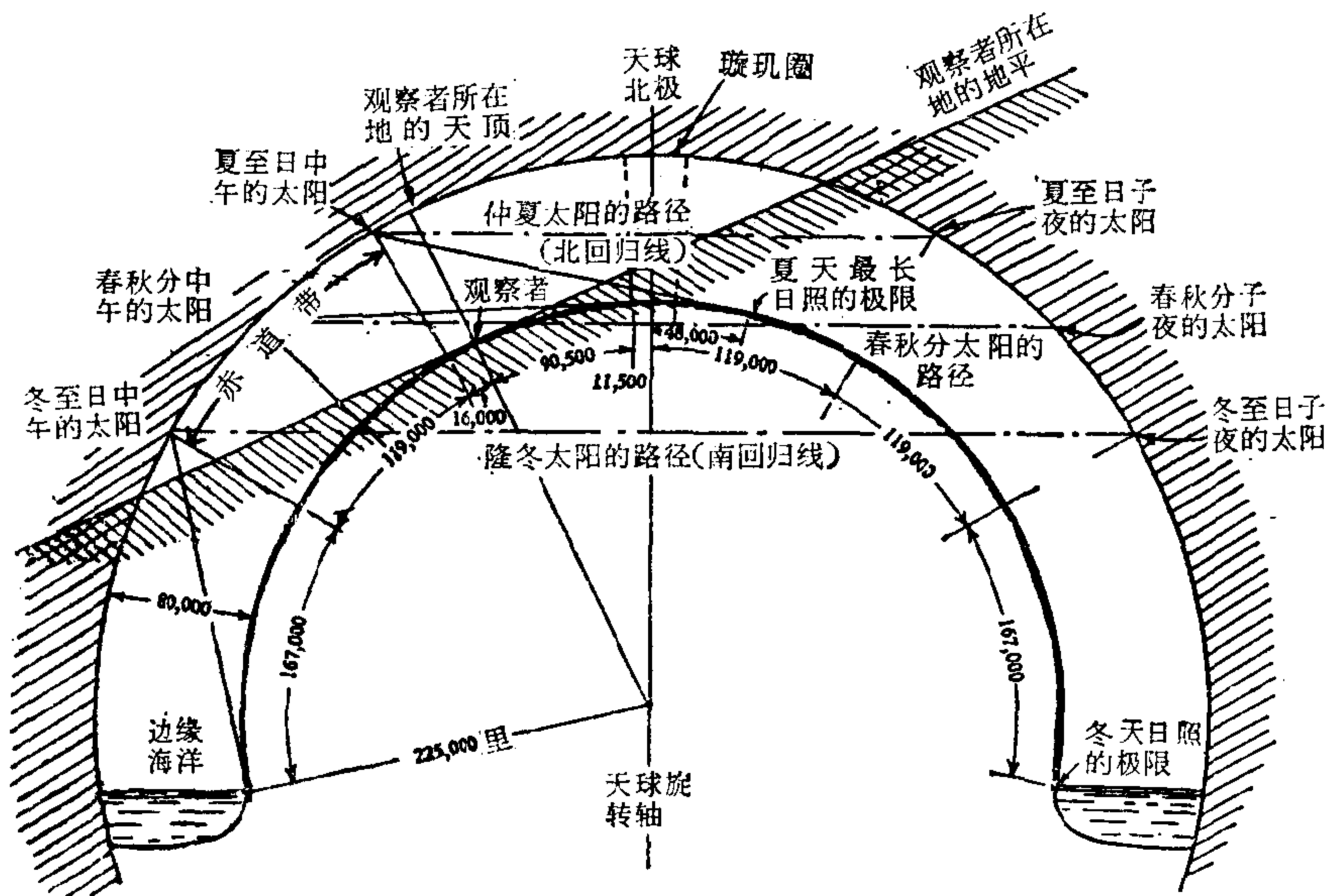


图 87 盖天说世界图式复原图(根据恰特莱的图)

(11)]已据《周髀算经》提供的数据和计算进行了细致的研究①。图87是恰特莱所作的图解。正如恰特莱所说,这种图式在古代几何学家看来,和毕达哥拉斯的理论一样,是符合自然界的真实情况的。由于巴比伦曾有类似的双重穹窿说②,使人觉得这一学说更加古老。很可能双重穹窿说是巴

① 三上义夫(13)关于同一论题的文章,我们不幸未能用到。

② 参看 Bouché-Leclerq (1), p. 40; Jastrow (2), P. Jensen (1)。此外,以色列古代也有此说 [Schiaparelli (1), pp. 170, 184]。

比伦文化特点之一，它西传至希腊，东传至中国，然后在东西两大文明中分别发展，成为各自的天球学说。可是，话还得说回来，天圆地方的概念是颇有中国特色的，它也可能是一方面从天球的圆圈、另一方面从地面的四方位点自然产生出来的一种想法①。

中国自古以来的说法证明盖天说颇为古老；例如，《晋书》有这样的一段话：

> 它（盖天说）起源于庖牺氏② 设立周天度和历度。这个学说流传下来，周公从殷商人那里得到它，周朝人把它记下来，因此被称为周髀，因为"髀"为直角三角形的邻边，也是测定日影长度的日晷的垂直的表。盖天说认为天像一把伞，包围着像一个倒覆的盆的地，天和地的中心都隆起，而外部低下。在北天极下面是天、地的中心。那里的地最高，四面都向下倾斜。三光③ 时隐时现，形成昼夜。天

① 但此说时常受到批评，参看后面第117页。《大戴礼记》（约公元80年）中有这样一句话："如诚天圆而地方，则是四角之不揜也。"[《曾子·天圆》第五十六，参阅 R. Wilhelm (6), p. 128]

② 即伏羲，是传说中被神化了的英雄人物。

③ 即日、月、星。

的中心比太阳在冬至日所在的外衡(赤纬圈)高六万里[①],北天极下的地比在外衡下的外区高六万里。天的外衡比天极下的地高二万里。天与地在轮廓上互相配合(象二个同心圆顶)。太阳离地的永恒的垂直距离为八万里。

太阳附着在天上,它在冬、夏二季之间以均匀的运动改变位置。太阳的运动穿过七衡(赤纬圈)和六间(赤纬圈之间的轨道)[②]。各衡的直径和周长的里数,可以用相似直角三角形方法,观测日晷的表影,用数学方法算出[③]。极的距离和运行的量度,不论远近,都可由日晷的表和它所形成的直角三角形计算出来。因此,这个方法称为"周髀"法。

周髀学派还断言天是圆的,像张开的伞,而地则是方的,像一个棋盘。天像推磨那样斜着向左转动。太阳和月亮则都向右转动,然

① 此处所列举的数字与《周髀算经》相差很远;这里的同心圆顶比《周髀》中的扁平得多。

② 这是另一个颇为古老的特征。

③ 参看马伯乐[Maspero(3), p. 345]的表。

而与此同时，它们又随着天向左转动。因此，虽然它们实际是向东运动，可是它们因受到天的旋转的牵制，看来好象没入西方。①

〈其本庖牺氏立周天历度；其所传，则周公受于殷高，周人志之，故曰“周髀”。髀，股也。股者，表也。

其言天似盖笠，地法覆槃，天地各中高外下。北极之下，为天地之中，其地最高，而滂沲四隤，三光隐映，以为昼夜。天中高于外衡冬至日之所在六万里。北极下地高于外衡下地亦六万里。外衡高于北极下地二万里。天地隆高相从。日去地恒八万里。

日丽天而平转。分冬夏之间，日所行道为七衡六间。每衡周径里数，各依算术，用勾股重差推晷影极游，以为远近之数，皆得于表股者也。故曰“周髀”。

又周髀家云，天圆如张盖，地方如棋局。天旁转如推磨而左行，日月右行，随天左转。故日月实东行，而天牵之以西没。〉

最早的天文观测必定已经包括极轴倾斜度在内。因此，我们发现中国有一个神话提到它，并不以为怪。我们在《淮南子》(约公元前120年)书中看到以下的话：

① 《晋书》卷十一第一页反面。由作者译成英文，借助于Ho Ping-Yü (1)。

古时，共工[1]与颛顼[2]相争为帝王。共工生了气，用头触不周山，天柱被撞断，与地的连结处破裂了，天向西北倾斜；日、月、星辰因此都移了位，而地的东南则空虚而下陷。[3]

〈昔者共工与颛顼争为帝，怒而触不周之山。天柱折，地维绝。天倾西北，故日、月、星辰移焉。地不满东南。〉

五世纪祖暅之的著作告诉我们，盖天学派关于极轴有几种想像：

有一种说法是：天像车上的华盖一样，在八极之间运转。另一种说法是：天像圆锥形的竹笠，中央隆起，而四周则向下倾斜。还有一种说法是：天像车上倾斜放置的华盖[4]，南边（即天顶和赤道）高，北边（即天极）低。[5]

---

① 共工是传说中的一位叛逆者，参看本书第二卷第七节。

② 颛顼是传说中的帝王。

③ 《淮南子》卷三第一页反面，《列子》卷五也有相同记载，英译文采自 Chatley (1)；亦可参阅 Wieger (7)，p. 131。

④ 这是汉代马车的伞状车盖，放在地上时可能倾斜成一定角度。

⑤ 《玉函山房辑佚书》卷七十七第六页反面，由作者译成英文。

〈一云天如车盖，游乎八极之中。一云天形如笠，中央高而四边下。亦云天如欹车盖，南高北下。〉

这些说法似乎没有多大差别，不过，无论如何，有一点是可以肯定的，这就是不能认为天是沿着天穹与边缘海洋相接的边际而转动（即绕地平线转动）①。这里的盖、笠和欹车盖，必须假定为绕极轴旋转。我认为真正的模式可能是碾子，只有碾子才经常那样滚动②。

关于日、月与恒星相对的反方向视运动，王充在《论衡》(公元83年)中有一种有趣的比喻，他说：

太阳和月亮都附着在天上，一年四季随着天而运转。它们自己的运动就像蚂蚁在磨石上爬行一样。太阳和月亮自身的运动很慢，而天的运动却很快。天带着太阳和月亮一起运转，所以，太阳和月亮虽然实际上在向东运动，看起来却向西运转。③

① 马伯乐 [Maspero (3), p. 339] 似认为如此。

② 参阅本书第二十七章第三节。盖天说与碾子有关，似可说明这种农具的古老。参阅 Chatley (2), p. 126。

③ 《论衡・说日篇》[英译文采自 Forke (4), vol. 1, pp. 266, 267]。葛洪在《抱朴子》中重复了这些话（《太平御览》卷七六二第八页正面及卷九四七第五页反面）。

〈(日、月)系于天，随天四时转行也。其喻若蚁行于硙上。日月行迟，天行疾。天持日、月转，故日、月实东行而反西旋也。〉

大约一百年前，维特鲁维亚 (Vitruvius)[1] 恰好也作了同样的比喻，不过在这里是不会有什么思想交流的问题的。很早以前，墨子似乎也曾提到它[2]。王充在另一处又把天比作"陶钧之运"[3]，罗马占星家菲古鲁斯[4] (Nigidius Figulus，卒于公元前 44 年)的著作中也有这种说法，此人的姓氏显然即从这比喻中得来。

关于盖天说中极轴轴承的性质问题，似曾引起过不少困难。从姚信《昕天论》(约公元 250 年)残存的部分来看，事情显然是如此。他阐述了一种"两地之说"，下面的地支持轴承，天轴在轴承上

---

① 参看 Vitruvius, IX, i, 15。也可参看其他书籍 [V. Ueberweg-Heinze (1), vol. 1 p. 180]。

② 《墨子》卷三十五第一页反面；参看 Mei Yi-Pao (1), p. 182，但我们感到梅贻宝的译文并不可靠。

③ 《论衡》卷三十二(《说日》)；参看 Forke (4), vol. 1, p. 266。"大钧"一词在汉代是常用的，参看 Couvreur (2)。参阅《玉函山房辑佚书》卷六十八第四十页正面的虞喜《志林新书》。

④ 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 207; Bouché-Leclercq (1), p. 256。

旋转；他用一种以小见大的比喻来说明天轴倾斜的原因，即人的下颚只能向前向下运动，而不能向后运动。他的图式的最令人惊奇之处，是天穹不仅在极轴上旋转，而且还沿着轴上下滑动，北极和地的距离一到夏季便比冬季远得多。他说：

冬至时，天极很低（在极轴上），天在其转动中靠近南方运行，所以太阳离人远，而北斗（大熊星座）离人近。这时北天的"气"到来了，因而天气变冷。夏至时，天极在极轴上升高，天在其转动中靠近北方运行，所以北斗离人远，而太阳离人近。这时南天的"气"到来了，因而天气变热，当天极在极轴上上升时，太阳运行的路线低于我们在地上的位置不多，所以夜短而昼长。当天极在极轴上降低时，太阳运行的路线有一段深深地低于地，所以昼短而夜长。因此，天在冬天近于浑天说，夏天近于盖天说。①1）

〈又冬至极低，天运近南，故日去人远，而斗去人

① 由作者译成英文。

1） 这一段出自《玉函山房辑佚书》卷七十六；《太平御览》卷二。——译者

近，北天气至，故冰寒也。夏至极起，而天运近北，故斗去人远，而日去人近。南天气至，故蒸热也。极之高时，日所行地中浅，故夜短。天去地高，故昼长也。极之低时，日所行地中深，故夜长。天去地下浅，故昼短也。然则天寒依于浑，夏俯于盖也。〉

和姚信同时的人一定会向他请教，为什么赤道以南可见的星夏季并不多于冬季[1]。他最后那句话很含糊，这表明他可能是想把两个主要学派的说法调和起来。不过，王充也曾提到极低、极高的话，所以，此说在公元一世纪应当已很流行[2]。

如果翻译家们注释得不错的话，那末，柏拉图(Plato)在他的《蒂梅乌斯》(*Timaeus*)[3]中也详细阐述了一种很相似的理论。按照这种理论，大地是在极轴上以一点为中心，不断上下滑动的。不过，

---

① 参阅《晋书》卷十一第三页正面的评语："自虞喜、虞耸、姚信，皆好奇徇异之说，非极数谈天者也。"

② 《论衡·说日篇》[译文见 Forke (4), vol. 1, p. 259]。更奇怪的是，天穹上下运动、天地相接处有裂缝时开时合这一概念，是关于宇宙的一种分布颇广的民间传说，不仅亚洲北部有之，即在墨西哥以北的印第安人中和菲律宾群岛上，都有发现。参阅 Erkes (17); Hatt (1)。有时人们还想像有候鸟出入其间。姚信的玄想可能即来源于这种概念。

③ 参看 Plato, *Timaeus*, 40 B; 并见 Heath (4), p. xii。

这段文字是以晦涩难解而出名的。

(2) 浑天说(天球说)

浑天说(天球说)相当于希腊的以地球为中心的球面运动概念。这种概念最初在希腊苏格拉底(Socrates)以前各派学说中慢慢发展起来,后来则特别归功于克尼都斯的欧多克苏斯(Eudoxus of Cnidus,公元前409—356年)。在中国,这种概念至迟在公元前四世纪石申编制星表时便已出现。据史籍记载,浑天说最早的代表人物是西汉的落下闳(公元前140—104年左右著称)。一般认为,扬雄在他的《法言》(约公元5年)中说过①:落下闳开创了它,鲜于妄人(公元前78年著称)测量了它,耿寿昌(公元前75—49年著称)表述了它[1)]。关于这个学说,我们现在还有出自一世纪大天文学家张衡手笔的最古老而完整的记载。张衡在《灵宪》中写道:

---

① 这几句话很像与浑仪的发明有关,参阅后面第428页。

1) 《法言》卷十的原文是:"或问浑天。曰:落下闳营之,鲜于妄人度之,耿中丞象之。"——译者

从前，圣王们为了查明天上的道路，以便确定各个天体的行程和探索万物的起源，首先设立一个天球仪，从而调整仪器，确立度数，结果便确定了皇极①。一切天体都以确定的方式绕天轴而转动，因而可以对它们进行研究。建立天球仪和经过观测后，发现天是有正常的规律的。圣人们并没有预先想定的理论，只是用表现出来的现象作为他们思考的基础。因此，为了解释这些，我写了《灵宪》一书。(随后有一段关于宇宙进化的话，此处从略。)

天上有各种现象，地上有各种形体。天有九个方位，地有九个区域②。天有三辰(大概是日、月、星)，地有三形(指形体；或许是土、水、气)。各种现象和形体都是可以观察和测量的。千万种不同事物之间都有相互联系，并彼此影响和互相侵扰。它们遵循着自

① 后面我们将看到，星座的命名是以皇帝及其朝臣为模式的，因此，北极自然相当于皇帝。

② 此语可能出自邹衍[参阅第二卷第十三章第三节第(1)小节]。天的"九位"大概就是《淮南子》卷三所载二十八宿的"九野"。

然相生的原则彼此互相产生[1]。圣人是人类的精华，他们探索大自然中的连结关系[2]，定出天体的座标和八极[3]。把天体维系在一起的"键"的直径为二百万零三万二千三百里，南北向短一千里，东西向则长一千里。地至天的距离为八极之间距离的一半，地的深度也是如此。这些测量结果是用刻度的浑天仪取得的。用取两个直角三角形的方法来进行计算[4]。日晷的影子指向天极，它说明了天球和地球的意义。日晷位置在南北方向相差一千里，日影的长度相差一寸。这些东西都可以计算出来。但天球以外，就没有人知道了，这就叫做"宇宙"。宇宙无边无际。在天上，二仪（日与月）沿着黄道线环绕着北极的极星运行。南方的极看不见，所以圣人没有

① 这里有道家的影响；参阅第二卷第十章第三节及第十三章第四节第（1）小节。

② 关于这个名词，可参看第二卷第十八章第六节第（5）小节。

③ 这可能是十二宫的六条分界线加上两极，也可能是四个回归点加上两个永远可见和不可见的拱极圈，再加上两极。

④ 参看本书数学一章第三节第（1）小节。

为它命名。（以下有一段关于大宇宙和小宇宙的话，此处从略。）

因此，天是按照正规的原理运动的，永远不会失去它的中心；四季按寒暑依次相交替，使万物滋润生长。……①

〈昔在先王，将步天路，用定灵轨，寻绪本元，先准之于浑体，是为正仪立度，而皇极有逌建也，枢运有逌稽也。乃建乃稽，斯经天常。圣人无心，因兹以生心。故《灵宪》作。……

在天成象，在地成形。天有九位，地有九域。天有三辰，地有三形。有象可效，有形可度。性情万殊，旁通感薄，自然相生，莫之能纪。于是人之精者作圣，实始纪纲而经纬之八极之维，径二亿三万二千三百里。南北则短减千里，东西则广增千里。自地至天，半于八极，则地之深亦如之。通而度之，则是浑已。将覆其数，用重钩股。悬天之景，浑地之义，皆移千里而差一寸，得之。过此而往者，未之或知也。未之或知者，宇宙之谓也。宇之表无极，宙之端无穷。天有两仪以儛道中，其可覩枢星是也，谓之北极。在南者不著，故圣人弗之名焉。……

① 《玉函山房辑佚书》卷七十六；《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷五十五，由作者译成英文。英译文以前者为根据，但后者较完整。

天以顺动，不失其中，则四序顺至，寒暑不減。致生有节，故品物用生。……〉

张衡在《浑仪注》中说得更清楚：

天像一个鸡蛋，它圆得像弩弓的弹丸；地像蛋黄，独处在当中。天大地小，天的下部有水。天靠气支撑着，地则浮于水上。

天的大圆分为三百六十五又四分之一度；其中有一半，即一百八十二又八分之五度，在地的上面，另一半在地的下面。这就是在每一时刻只能看到二十八宿（赤道星群）的一半的原因。天的两端是南、北极，北极在天的当中，高于地三十六度整。因此，在以北极为中心、直径为七十二度的圆周内，所有恒星永远可以看到。围绕南极的同样大的圆周内的恒星，是我们永远看不见的。南、北两极相距一百八十二度半稍多一点。天的转动如同车轴的旋转一样。①

① 西译文可参看 Maspero (3), p. 335；由作者译成英文。马国翰所辑《浑仪注》（《玉函山房辑佚书》卷七十六）中无此节，只有关于浑仪本身的叙述。《太平御览》卷二第八页反面只有前几句。《晋书》卷十一第三页正反面所引略多。最完整的是《开元占经》卷一第四页反面。鸡蛋黄的比喻常见于较晚的书，如《隋书》卷十九第六页反面。

〈浑天如鸡子，天体圆如弹丸，地如鸡子中黄，孤居于内。天大而地小。天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮。周天三百六十五度又四分度之一；又中分之，则一百八十二度八分度之五复地上，一百八十二度八分度之五统地下。故二十八宿半见半隐。其两端谓之南北极。北极乃天之中也，在正北出地上三十六度。然则北极上规经七十二度，常见不隐。南极天之中也，在正南入地三十六度。南极下规七十二度，常伏不见。两极相去一百八十二度半强。天转如车毂之运也。〉

我们有种种理由认为张衡的这些话是非常宝贵的。把他的自然哲学同第二卷中已经讨论过的自然规律概念的起源联系起来看是很有意义的。他认为，关于天球的这种臆想远在他以前就已经有了，他还清楚地告诉我们，球形大地(包括对蹠)的概念是如何从天球概念中自然地产生出来的。最初的天文仪器，即浑象和浑仪，也可能是这样产生的。此外，张衡既然认识到空间是无限的，那末可以说，他也就能通过太阳和恒星这一中间机构而看到遥远的未知世界。

后世关于浑天说的阐释很多，如杨泉的《物理

论》和王蕃的《浑天象说》[1]，都出于三世纪。王蕃同样也用鸟卵的同心球作比喻[2]，其他著作家（如略晚一些的葛洪）也是如此[3]。关于这一点，佛尔克［Forke (6)］曾认为是指古代流传很广的宇宙之卵的神话[4]。这种神话虽说可能是上古从半球形天穹的印象产生的，但用在这里却不太恰当，因为汉代或较晚的中国著作家只是随便用鸡蛋作为比喻罢了。关于天体的均匀的视圆周运动，《计倪子》[5]和《文子》等书曾多次提到，这些书大概比张衡或落下闳还要早得多。前一书（年代约为公元前三世纪或四世纪）说，太阳的路径是"未始有极"

---

① 原书已散佚，但保存在《晋书》、《隋书》等书中的片断章节已收入《全上古三代秦汉三国六朝文·全三国文》卷七十二。佛尔克［Forke (6), p. 20］对《宋书》卷二十三第一页反面有误解，从而加上了一个错误的标题，应改为《浑天象注》。艾伯华和米勒［Eberhard & Müller (2)］的译文不全；应对照 Maspero (4), p. 331。参阅 Needham, Wang & Price (1)；亦可参看前面第71页和后面第513页。

② 参看《晋书》卷十一第五页反面。

③ 参看《晋书》卷十一第三页正面和第七页正面。

④ 参看Needham (2), p. 9。

⑤ 《计倪子》卷中第三页正面。关于这本书，可参阅第二卷第十八章第六节第(5)小节。这本书又名叫《计然》。

（无起点而有限度）而永恒的周迴“循环”，太阳在天上每日移动一度①。后一书②说，天是“轮转无穷”（永远不停地转动）的。屈原的《九歌·东君章》（公元前四世纪末）的末了还有几句话，说太阳在天黑时复返东方③，可作为浑天概念的早期证据。一世纪末，王充虽然对盖天说大发议论④，但他一发现浑天说认为太阳（火势熊熊的阳精）必须通过水下，便觉得这种学说更难以接受。葛洪赞同浑天说，极力证明这一点并非不可能，因为龙是属阳的，却能生活在水中⑤。但不久以后，这“地中之水”的古老概念便被人们丢开了。扬雄（公元前53—公元18年）和桓谭（公元前40—公元30

---

① 应该注意到，这种分度方法出现极早，因而后来划分圆周为 $365\frac{1}{4}$ 度，而不分为360°。

② 《文子》卷二第十四页反面。

③ 译文见 Pfizmaier (83); Waley (23), p. 45, 杨宪益等 [Yang & Yang (1), p. 29] 在翻译时把这一点漏掉了。关于这一点，是我的朋友陈士骧教授指出的。

④ 《论衡》卷三十二[译文见 Forke (4), vol. 1, pp. 258 ff.]。《晋书》卷十一第三页正面也有记载。

⑤ 《晋书》卷十一第三页反面[译文见 Ho Ping-Yü (1)]。参阅 Forke (6), pp. 18, 22。

年)还有一场辩论。关于这场辩论,许多书[1]都保存着生动的记载。这两位学者为了等待奏事,坐在白虎殿西廊下晒太阳,不久日光移动,离开了他们的后背,于是桓谭便对他的朋友把浑天说讲解一番。到汉朝末年,浑天学派的见解似乎已得到普遍承认。郑玄(公元127—200年)和陆绩(三世纪)都赞成这一学说。

(3) 宣 夜 说

历史上第一个和宣夜说联系在一起的人,是时代比较晚的郄萌。他成名于后汉,虽然他的生卒年和其他情况都不详,但很可能与张衡同时而年纪略小。一百多年以后,葛洪写道:

> 宣夜学派的著作全部已经散佚了,但藏书家之一郄萌还记得,在他以前的学者们曾传授过这一学说。他们说天是空的,没有任何物质。我们仰望天时,可以看出它无限高远,没有边界。人眼是色盲的,看东西是近视

① 《太平御览》卷二第七页正面;《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷十五第二页反面;《晋书》卷十一第四页正面。

的；这就是为什么天显出深蓝色的原因。这就象从远处侧望黄山时黄山都显出蓝色那样；也象我们注视千呼深谷时，深谷看来一片暗黑那样。但是，蓝色并不是山的真色，暗黑也并不是谷的本色①。

日、月和众星自由地浮在空中，或者运动，或者静止。它们都是由气积聚而成的②。因此，七个发光体（七曜）③时现时隐，时进时退，似乎各有一套不同的规律，它们的进退也各不相同。因为它们不是固定在任何基础上或系在一起的，所以它们的运动才能变化多端。在各种天体当中，极星总是固定不动的，北斗七星从来不象其他星一样没入西方地平线下。七曜都向东移动，太阳每天逆行一度，月亮逆行十三度。它们的速度各依自己的特性而定。这表明，它们都不附着在任

① 参看公元前四世纪《庄子·逍遥游》关于天色青的推测；引文见本书第二卷第十章第五节。

② 参看本书第二卷第十章第二节所引《列子·天瑞》的话。《晋书》的原文是："其行其止，皆须气焉。"

③ 即日、月及五大行星。

何物体上，因为如果它们系于天上，就不能如此了。[①]

〈宣夜之书亡，而郄萌记先师相传宣夜说云：天无质，仰而瞻之，高远无极，眼瞀精极，苍苍然也。譬旁望远道黄山而皆青，俯察千仞之谷而黝黑；夫青非真色，黑非有体也。

日、月、星象浮空中，行止皆积气焉。故七曜或住或游，逆顺伏见无常，进退不同，由无所根系，故各异也。故辰极常居其所，北斗不与众星西没焉。七曜皆东行，日行一度，月行十三度。迟疾任性，若缀附天体，不得尔也。〉

这种宇宙观的开明进步，同希腊的任何说法相比，的确都毫不逊色。亚里士多德和托勒密僵硬的同心水晶球概念，曾束缚欧洲天文学思想一千多年。中国这种在无限的空间中飘浮着稀疏的天体的看法，要比欧洲的水晶球概念先进得多。虽然汉学

---

① 由作者译成英文，借助于 Forke (6), p. 23; Maspero (3), p. 341; Ho Ping-Yü (1)。这段文字见《太平御览》卷二第二页正面及《晋书》卷十一第二页正面。前者所载以“抱朴子曰”开始，但我们在《抱朴子》现存部分未发现这段记载，马伯乐显然也未能找到。后一书引蔡邕的话，说所有的书均已散佚（见《晋书》卷十一第一页反面）。

家们倾向于认为宣夜说不曾起作用，然而它对中国天文学思想所起的作用实在比表面上看来要大一些[①]。在上面所引张衡的话中，他认为在天球大圆之外还存在着无限的空间，便是宣夜说的一种反响。中国天文学由于偏重观测而时常受到非难；但是，缺少理论是缺少演绎几何学的不可避免的结果。人们也很可以说，希腊人太注重几何学了，因为“轮上加轮，圈上套圈”这种外观上的数学美，最后终于成为束缚第谷、哥白尼或伽利略的紧箍咒。后面（第646页）将谈到，宣夜说的概念并未完全消失，它直到利玛窦时仍然存在。伟烈亚力[②]曾说过：“当地学者认为，在宣夜说和欧洲人（耶稣会传教士入华以后）传来的天文学说之间，

---

① 重要的是，葛洪以上一段话提到使用度数计量的观测数据，但关于宇宙大小及距离里数则毫未言及。古书中有许多关于宇宙大小的错误数字；在《晋书》卷十一第六页反面有王蕃的综合叙述（三世纪），其中这类资料最多。马伯乐［Maspero (3), p. 347］已正确地指出，其中大部分属于盖天说的世界图式，而不是浑天说的图式。这样，似乎还在很早的时候，人们就已认识到不可能列出这样的数字，因而天文学家们就退而以宣夜说的空虚无质（与道家的太虚同义）为背景，同时采用浑天说的天球度数。

② 参看 Wylie (1), p. 86。

存在着密切的相似性。"他们的看法是没有太大错误的。

中国的岁差发现者虞喜是倾向于宣夜说的，他在《安天论》[1]（公元366年）中说：

我以为：天是无限地高，地是不可测地深。无疑，上面天的形状是处于永久安定的状态，而下面的地体也是保持静止不动的。天和地互相包围覆盖着；如果有一个是方的，另一个也应是方的；一个是圆的，另一个也应是圆的，没有方圆不同的道理[2]。七曜是分散的，各按自己的轨道运转，就象江海的潮水有涨有落，万种生物有时出现，有时隐匿一样。[3]

〈喜以为：天高穷于无穷，地深测于不测。天确乎在上，有常安之形；地魄焉在下，有居静之体。当相覆冒，方则俱方，圆则俱圆；无方圆不同之义也。其光曜布列，各自运行，犹江海之有潮汐，万品之有

① 参看《玉函山房辑佚书》卷七十七第二页正面；也可参看《晋书》卷十一第二页正面。

② 这是对盖天学派的一种讥讽。

③ 这就是说，恒星并不附着在盖天说的半球或浑天说的天球上。这一段由作者译成英文。

行藏也。〉

接着，虞喜攻击关于太阳的行程和止息地点的神话[1]，并极力强调习惯上关于天圆地方的说法是一种譬喻性的解释[2]。

宣夜说的理论显然具有道家的气味，这可以说明此说最古的著作何以会隐而不见。这一学说与《老子》所谓"虚无"以及《列子》所谓"积气"是有关系的。我们对于它的了解大部分得之于葛洪[3]和李淳风，这一点也可以说明一些问题。

然而这种学说与佛家教义也不无关系。在较早的时候（参看本书第十五章第五节），人们曾注意到佛家的时空无限、大千世界[4]的概念。晋代

① 关于太阳止息地点的许多神话，《淮南子》卷三第十页正面有简短叙述，葛兰言的著作中亦有讨论。

② 虞喜曾几次提到，有一个来历不明的陈季胄曾在郄萌之前传授宣夜说，此人似与《周髀》有关，《周髀》中的对话人陈子大概就是他。

③ 《晋书》引用虞喜《安天论》的那一段以后，说："葛洪闻而讥之曰：'苟辰宿不丽于天，天为无用，便可言无。何必复云有之而不动乎？'由此而谈，稚川可谓知言之选也。"（卷十一第二页反面）也可参看《隋书》卷十九第五页反面。

④ 在耶稣会传教士入华以前，这种信念倒是曾影响到欧洲，本书第二卷第十六章第六节已提到过这一点，后面从第648页开始还另有说明。

以后，固有的宣夜说肯定从印度经典中得到过许多支持。我们可以引用十三世纪邓牧《伯牙琴》中的一段话：

> 天和地虽然都很大，但在整个空间中，它们不过象一颗小米粒。……如果说整个空间象一棵树，那末，天地就只是树上的一个果实而已。空间如果是一个国家，天地就只不过是这个国家里的一个人了。一棵树上有很多果实，一个国家里有许多人。以为除了我们所能看到的天地之外再没有别的天地，这是多么不合道理啊！①

> 〈且天地大矣，其在虚空中不过一粟耳。……虚空，木也；天地犹果也。虚空，国也；天地犹人也。一木所生，必非一果；一国所生，必非一人。谓天地之外无复天地焉，岂通论耶！〉

对于抱这种见解的人来说，河外星系的发现似乎完全证实了他们的信念。最后，朱熹给这一观点提供了伟大的哲学论据，他说："天无体。"②

---

① 《伯牙琴》第二十一页反面，由作者译成英文。

② 《朱子语类》卷一第七页反面。《内经》卷六十七第十一页反面的话似乎是宣夜说的最早的记述，很可能出于公元前二世纪。

要证实宣夜说的世界图式和浑天说的天球运动终于成了中国天文学思想的基础这样一个重要结论，我们必须看一看中国后来的宇宙论发展史。盖天说直到六世纪时还存在，甚至在公元525年左右，梁武帝还在长春殿上召集过一次会议，正式采用了这一学说①。在五、六两世纪，崔灵恩（公元520年左右）和信都芳等为调和盖天、浑天两说，曾花费了不少力量。他们强调说，看到半个天球确实是看到了真理，但所看到的只是真理的一半②。不过，自此以后，官修史书却认为只有浑天说是正确的了。到晚近时期，明代有人用很粗糙的方法表达过浑天概念；例如，黄润玉在《海涵万象录》中说，他曾注水于猪尿泡，并在水上浮一泥丸，从而制成一个宇宙模型③。

但是，另外一种曾流行若干世纪的概念，即"刚风"或"刚气"的概念，使中国人想到恒星和行

---

① 《隋书》卷十九第五页反面。

② 《梁书》卷四十八第二十一页正面；《北齐书》卷四十九第三页反面。唐代关于宣夜说的议论（公元676年）见杨炯《浑天赋》。

③ 《图书集成·乾象典》卷七第十二页正面；参阅 Forke (6), p. 105。

星可以不需要任何东西的支持[1]（他们当时无法知道天体的外层空间不存在大气）。这一概念一般认为出自道家，我们在关于新儒家哲学（宋儒的理学）那一章[2]中已经提到过。我认为，"刚气"一名大概可追溯到冶金方面使用风箱之初，当时的匠师们应已注意到强大气流的阻力。三世纪时虞耸曾说过，依照盖天说，天穹的边缘浮在"元气"上[3]，他所谓的"元气"大概就是"刚气"。十一、十二两世纪，邵雍和朱熹时常提到支持天上日、月、星辰并使之运行不息的"刚风"。我们已说过[4]，朱熹认为气有九层，各层的运行速度不同，因而刚度也不同，这正相当于古代著作家屈原等所想象的"九重"天[5]。略早于朱熹的马永卿在《嬾真

---

① 参看后面第 648 页所引布鲁诺 (Giordano Bruno) 的话。我们在第二十七章第十节讲到航空史前史时，还要提到这一思想。

② 参看本书第二卷第十六章第四节第 (1), (3) 小节。这一概念在中古时代显然因佛教徒从印度带来同类想法而加强；印度的同样想法见 *Sūrya Siddhānta*, II, 1—5 [Burgess (1), p. 53]。

③ 参看前面第 118 页。

④ 参看本书第二卷第十六章第四节第 (3) 小节。

⑤ 参看前面第 67 页。

子》(约公元 1115 年)中说得很清楚:

我的朋友郑正在谈到天的时候说:“以前很多人对这个问题谈得很多,现在也是如此,但他们不管谈的是什么,都没有任何根据。只有一件事是肯定的,这就是《列子》所说的,我们整天都在天中起居作息。关于这个说法,张湛注释说,地面以上的一切都是天。”长久以来我不相信这个说法,然而有一次我被派遣去金州任考试官,必须攀登一些很高的隘口;看来它们不过有一、二十里高,可是我已感到象在天上向下面俯瞰了。我想起葛洪说过的话:“在地以上的若干里,仙人们乘着劲风(刚气)而飞行”。自此而上,在上面的高处,飘浮着日、月和众星。天不是别的,而只不过是一股凝结的气[1],它不象有形体的物质那样必须有限界,走得越高也就越远。我不相信从地到天有任何确定的距离。[2]

〈楚老之言曰:“古今言天者多矣,皆无所考据,独一说简易可信。《列子》之言曰:‘终日在天中行

---

① 请记住古代道家的聚散概念。

② 《嬾真子》卷一第十二页正面,由作者译成英文。

止。'张湛注曰：'自地以上，皆天也。'此言可信。"仆初未信其言。俄被差为金州考试官，行金、房道中，过外朝、鸡鸣、马息、女娲诸岭，高至十里或二十里。然自下望之，岂不在天中行乎？后又观《抱朴子》，言自地以上四十里，则乘刚气而行。盖自此以上，愈高愈清，则为神灵之所居，三光之所县。盖天，积气耳。非若形质而有拘碍，但愈高则愈远耳。若曰自地至天凡若干里，仆不信也。〉

宋代理学家当中，张载最注意宇宙论学说①。他所谓的"太虚无体"，是按照宣夜说的传统讲的。他说，地是纯阴所成，凝聚于宇宙的中央；天是浮动的阳气，循周天而左转②；星辰随着奔驰前进的"浮阳"而旋转不息③。然后，他借粘滞制动器的原理说明恒星和日、月、五星的反方向运动：他认为，天体距地很近，因而地气阻碍它们向前运

---

① 见《正蒙》(约公元1076年)，特别是其中第二、三、五篇；收在《宋四子抄释》卷四及《张子全书》卷二。

② 当然是在北极星下看天空。

③ 卜德(Bodde)翻译冯友兰的《中国哲学史》[冯友兰(1)，第2卷第485页]时，把张载所谓"系"于天译成"附属"于天，但这很不恰当，因为毫无疑问，张载认为天是激烈转动的气，而不是象欧洲所谓水晶球那样的固体物质，可以把物体固定在上面。

动。地气为某种内力所驱，不断向左旋转①，但旋转较慢（由于地静止不动），结果，太阳系各天体的运动便相对地（虽然不是绝对地）和恒星的运动方向相反②。这是十一世纪关于感应原理的非常明确有力的叙述，我们不能忽视它的意义。此外，天体运行速度减慢的程度，取决于它们本身的组成：月和地同属阴，因而受影响最大；日属阳，受影响最小；五星所受到的影响则居中等程度③。

直到中国传统科学在耶稣会传教士到达后和近代科学合流的时候，这种思想还保存着它的活力。明代的情况，可举十四世纪陈霆《两山墨谈》④一段有趣的话为例，在这段话里，仍然称宇宙之风为“劲风”或“刚气”，“刚”这个字和北斗的“斗”或“勺”的四颗星有关。

总之，欧洲希腊化时代和中世纪的正统学说都把天体想象为固定在以地球为中心的一套有形

---

① “地气乘机左旋于中”。

② “天左旋，处其中者顺之，少迟则反右矣。”这就解释了日、月和行星向西的周年运动。

③ 五星各由五行之一组成，因而它们各为阴和阳的一种特殊的混合物。

④ 《两山墨谈》卷十八第十页正面。

质的同心球上①，而中国天文学却没有受这种正统学说的束缚。这种有形质的同心球实质上只是把球面几何学不恰当地具体化了。中国人的见解虽然常被指责为过分唯物、过分具体，然而比较起来，他们倒没有这种想法。他们虽然没有演绎法几何学，但他们也没有水晶球②。

如果说天体是靠刚风运动的，那末，地也许是同样在运动吧？虽然最初观察到的地动不是转动而是摆动，但中国古代有不少人认为地是在运动的。他们的理论便是那种奇怪的“四游”说。《墨经》③中有些话可认为即是此说，由此看来，它的渊源应当很早④。在《尚书纬考灵曜》1)（公元前一世纪）中有这样一段话：

---

① 在这方面，我们应该记得，第二卷关于道家思想那一章已多次指出，道家是强调宇宙无限的（见本书第二卷第十章第二节、第四节和第五节）。他们可与希腊苏格拉底以前的各学派相比，但要点在于中国后来并未经过亚里士多德-托勒密-托玛斯(Thomas)的水晶球说时期。

② 中国也没有宗教法庭来加强对于水晶球说的信仰。

③ 参看本书第二卷第十一章第四节。

④ 这部似有疑问的书如确实是墨子的著作，则尸佼的《尸子》（约公元前330年）中的一段文字（《太平御览》卷三十七第三页正面）应当算是和它有关的最早资料。

1) 收入明孙瑴《古微书》卷一。——译者

地有四种位移。冬至时,地高而朝北,并向西移动三万里。夏至时,地低而朝南,并向东移动三万里。春分和秋分时,它位于中间,不高不低。地总是不断地运动着,永不停止,但人并不知觉;这如同人坐在一条关着窗户的大船中,船在行駛着,但其中的人全然没有感觉到一样。[1]

〈地有四游。冬至,地上行北而西三万里;夏至,地下行南而东亦三万里。春秋二分,其中矣。地恒动不止,而人不知,譬如人在大舟中闭牖而坐,舟行而人不觉也。〉

这似乎是把姚信关于天沿着极轴上下滑动的理论反转过来了。如果继续加以探索,那末,正如二世纪郑玄的注释中所说,这种理论的内容是很复杂的[2]。不过在我们看来,有趣之处主要在于:极端人类中心论那种关于地居中央而不动的说法在欧洲曾那样束缚人们的思想,而在中国天文学思

① 《尚书纬考灵曜》卷一第三页反面。《博物志》卷一中曾引用。由作者译成英文,借助于 Maspero (3), p. 336。同样的思想、甚至同样的譬喻,也见于库萨的尼古拉 (Nicholas of Cusa)的书 [*De Docta Ignorantia*, II, 12; 参阅 Koyré (5), pp. 15, 17]。

② 全部讨论见 Maspero (3), p. 337。

想中却不曾留下痕迹。地动说也不能说完全是古代的或短寿的理论；宋代学者张载①、朱熹、储泳②等都曾提到它，明代的王可大和章潢在这方面也曾发过议论。张载以及其他理学家把地的周期性升降同地中阴阳两力的盛衰结合起来，以解释季节性的寒暑变化。另外，他们还把它同潮汐现象联系起来。

(4) 其他学说

在《淮南子》(约公元前120年)卷三中，可以找到一种既不同于盖天、浑天两说，又不同于宣夜说的说法，马伯乐[Maspero (3)]断言它是第四种理论的残余。马伯乐本人已将它译成法文，另外还有恰特莱[Chatley (1)]的译本。这相当长的一段话全部与表③和表影有关，文字很晦涩，现在还没有能令人满意的译文。不过这段话所说的，

① 参看《张子正蒙》卷四(收入《宋四子抄释》)；亦可参看冯友兰(1)，第2卷，第486页。

② 参看储泳的《祛疑说纂》卷一第二十二页正面。

③ 其中有四至六次提到表。

似乎应当是这样一种理论，即太阳在中天时和地的距离较日出或日没时远五倍，其中至少包含一种椭圆形的外罩或外壳的想法。

无论如何，有一点是十分清楚的，这就是在公元前二世纪时，中国人正忙于把相似直角三角形的知识用到测天方面去。原文有一部分是这样的：

> 为了求出天（即太阳）的高度，要在南北向直线上相隔正好一千里的两处，各树立一根一丈长的日晷表杆，并在同一天测量它们的投影。如果北方的表杆投下二尺长的影子，则南方的表杆就会投下一尺九寸长的影子。每向南移动一千里，影长就减少一寸。到南方二万里处则完全无阴影，因而这个地方一定是直接处在太阳之下。因此，从二尺的影长和一丈的表杆出发，我们求出，南方的影长减少一尺，相当于表杆高度相差五尺。因此，用五乘向南移动的里数，就得出十万里，这就是天（即太阳）的高度。①

〈欲知天之高，树表高一丈。正南北相去千里，

① 英译文采自 Chatley (1)。

同日度其阴。北表二尺，南表尺九寸。是南千里阴短寸，南二万里则无景，是直日下也。阴二尺而得高一丈者，南一而高五也。则置从此南至日下里数，因而五之，为十万里，则天高也。〉

这当然是把泰勒斯（Thales）用来测地上目标距离的原理[①]，用在测定天上目标距离上了[②]。不把地面曲率估计在内，这一定是要失败的。阿里斯塔库斯（Aristarchus）用他那恰逢月上下弦的巧妙方法[③]，也没有得到更好的结果。不过，在刘安周围那一批人研究这问题半世纪之前，埃拉托色奈斯（Eratosthenes）为了算出假想的地球周长，已经把这方法倒转过来，用他设在亚历山大里亚城和雪纳（Syene）两地的日晷完成了一次很明确的估算[④]。汉代的一些纬书（公元前一世纪）[⑤]载有

---

① 参看 Singer (2), p. 10; Brunet & Mieli, p. 188。

② 关于了解天体距离的历史，可参看 Schiaparelli (1), vol. 1, p. 329; Eichelberger (1)。

③ 参看 Singer (2), p. 59。

④ 参看 Singer (2), p. 72。

⑤ 《洛书纬甄曜度》，参看《古微书》卷三十六第一页正面；《春秋纬考异邮》，见《古微书》卷十第五页正面；《尚书纬考灵曜》，见《古微书》卷一第二页正面。

关于宇宙大小的计算，王蕃的专题著作（公元260年）写得更加详细[1]。他们所研究的主要是天的“周长”（或“直径”），和相当于弧度1度的距离。

中国人和希腊人大概是同时进行这种观测的，这一事实本身便是很有意义的。不过，我们还要讲一个古代流传下来的有趣的故事，它说明中国有一种希腊所没有的社会因素，即儒家对科学问题不感兴趣。下面是《列子》的一段话，年代约为公元前四世纪至公元前一世纪：

> 孔子在东方旅游时，看到两个小孩正在争辩，他就问他们为什么争论。一个小孩说：“我认为初升的太阳离我们较近，日中的太阳较远[2]。”另一个小孩说：“相反，我认为旭日和落日离我们远，而中午的太阳最近[3]。”头一

① 《浑天象说》，见《全上古三代秦汉三国六朝文 · 全三国文》卷七十二第一页正面及《晋书》卷十一第六页正面那一节。所有计算没有一种与恰特莱［Chatley (11)］所讨论的《周髀算经》盖天说的计算相同。何丙郁［Ho Ping-Yü (1)］已将辩论中所提到的计算全部重新算过，发现它们都有错误；这大概是由于抄写人对古代天文学家所重视的计算问题不感兴趣，所以写得很草率而产生的。

② 他显然是淮南子学派的信徒。

③ 这是一种与盖天说相同的见解。

个小孩答辩说："初升的太阳大如车盖，日中的太阳却不如盘子大。大的太阳一定离我们较近，小的太阳一定离我们较远。"但是第二个小孩说："早晨的太阳是凉的，中午的太阳却变得灼热，太阳越热，当然是离我们越来越近了。"孔子不能解决他们的问题。于是，这两个小孩都嘲笑他说："为什么人们把你想象成一个很有学问的人呢？"①

〈孔子东游，见两小儿辩斗，问其故。一儿曰："我以日始出时去人近，而日中时远也。"一儿以日初出远，而日中时近也。一儿曰："日初出大如车盖，及日中则如盘盂。此不为远者小而近者大乎！"一儿曰："日初出，沧沧凉凉；及其日中，如探汤。此不为近者热而远者凉乎？"孔子不能决也。两小儿笑曰："孰为汝多知乎！"〉

这是以神童项橐为中心的一套民间故事中的一个。项橐的思想近于道家，经常和别的儿童一道

---

① 《列子》卷五第十四页反面。由作者译成英文，借助于 Wieger (7), p. 139; Maspero (3), p. 354; R. Wilhelm (4), p. 55。较晚的书也常引用这段话，如《博物志》卷八第二页反面，《金楼子》卷四第十页正面。

在争论辩驳中击败孔丘[①]。他有时简直象是老子的化身。但是,尽管道家和自然主义者嘲笑儒家,儒家却愈来愈成为社会统治集团,社会上不关心自然哲学的风气也随着儒家的统治而愈来愈甚。

关于这一问题的实际讨论,桓谭的《新论》(公元20年前后)还保存着一些记录。他记述了一个世纪以前关子阳如何为前一见解(日出时近,日中时远)辩护的情况[②]。关子阳可能就是淮南子学派的人。另一方面,葛洪则利用日没时看来较大的事实,同王充的持火炬夜行的比喻相对抗[③]。从现代科学的观点看来,这一问题并不象表面上那样简单[④]。当日、月在地平线上出现时,观测者和目标的距离较目标位于天顶时多出相当于地球半

---

① 参看苏瓦密[Soymié (1)]的有趣的著作。

② 参看《全上古三代秦汉三国六朝文》卷十五第四页正面、《隋书》卷十九第十页反面及《图书集成·乾象典》卷一第十三页正面。也可参看《论衡·说日篇》[译文见 Forke (4), vol. 1, p. 263]。关子阳和王充都以为太阳由火精或阳精构成。桓谭另一次拥护浑天说、反对盖天说的辩论,见《晋书》卷十一第三页反面和第四页正面。

③ 《晋书》卷十一第四页反面。

④ 参看 Pernter & Exner (1), pp. 5 ff.。

径的一段,因此,目标的角直径略小一些。但仅仅因为垂直直径缩短,地球大气的折射作用便使日、月看来显然变为扁平[这是柯尔顿(Colton)的说法]。日、月在接近地平线时视大小显得增大,是一种主观上的作用,关于这个问题,登贝尔和乌贝[Dember & Uibe (1)]曾作过研究。在人眼看来,无云的天空不象半球,却象个球形的帽子;而天顶则似乎比地平线更接近观察者。天的视形状可以根据物理学来解释。登贝尔和乌贝已经证明,假如人眼把日月看作和天的视表面距离相同,那末,它们的视大小和从视天穹的几何学所推出的理论大小颇相符合。虽然人眼所成的角度相同,但地平线上的“天幕”却似乎较远,所呈的像也相应地较大①。值得注意的是,汉代已认识到这一现象的地学性质,因为张衡在《灵宪》中已把它解释成一种光学作用了。晋代的束晳(三世纪末或四世纪)也极力主张太阳大小永远不变,如果说它看来象有变化,也不过是“人目之惑”而已;为了

① 感谢比尔(Beer)博士和杜赫斯特(Dewhirst)先生代为解决这一实际上很复杂的问题,这一段是根据他们的意见写成的。参看 O. Thomas (1), p. 238。

说明这一点，他举了几个很好的例子[①]。然而另外一些人则倾向于另外一种解释，即把它归之于地球大气的作用。公元400年左右，姜岌曾解释地球大气对太阳形状的影响，不过他的话涉及太阳的颜色较多，涉及太阳的大小较少(参看后面第744页)。

(5) 一般概念

现在谈一谈关于主要天体的一般概念，作为本节的结束。日属阳(雄)，也属火；月属阴(雌)，也属水——这是中国科学从萌芽状态便有的口头禅[②]。地也属阴[③]。恰特莱[Chatley (5)]曾注意到这样一个事实，即自古称日为太阳，称恒星为小阳，而月(太阴)则与行星(小阴)相匹配；这样，在自行发光和反射发光的天体之间便有了十分恰当

---

① 他的议论见《隋书》卷十九第十一页正面。参看 Forke (6), p. 85。

② 参看本书第二十六章第七节关于阳燧、方诸的话。也可参看 Forke (6), pp. 79, 83。

③ 其他民族的神话中也有类似的说法，参看 Eliade (2)。

的区别。但这也许只是一种巧合；我们不晓得古代或中古代有哪一种文献，曾清楚地说到恒星就是遥远的太阳。

在希腊人中，第一个明确说到月光完全来自反射的人，显然是艾莱亚的帕梅尼德斯（Parmenides of Elea，公元前475年前后著称，与孔丘同时而略晚），到亚里士多德时（公元前四世纪），这已被认为是当然的事了。中国文献中最早的叙述大概是《周髀》的话："日兆月，月光乃出，故成明月。"[①] 这一叙述不会晚于西汉，如果没有公元前六世纪那样早，便很可能是公元前四世纪的[②]。公元前一世纪后半叶的京房说：

> 月和行星都属阴；它们有形而无光。它们的光是在太阳照射它们时才有的。先前的学者们认为太阳圆如弩弓的弹丸，并且想象月亮具有平面镜的性质。但是，他们中间也有些人认为，月亮也象一个球。月亮受到太阳照射的那些部分看起来是亮的，受不到太

① 《周髀》卷二第一页反面。译文见 E. Biot (4), p. 620。

② 计然在《计倪子》中所谓"月，水精，内景"，大概是同样古老的另一说法（《太平御览》卷四第九页正面）。

阳照射的那些部分仍然是暗的。[1]

〈月与星辰，阴者也；有形无光，日照之乃有光。先师以为日似弹丸，月似镜体。或以为月亦似弹丸，日照处则明，不照处则暗。〉

六世纪时，有一些错误的理论随《立世阿毗昙论》(*Lokasthiti Abhidharma Śāstra*)[2]一道传入中国，但这对于人们普遍接受正确的看法并无影响。此后，仍然不断有人发表正确的见解，例如十一世纪有邵雍[3]和沈括[4]，十二世纪有朱熹[5]，十四世纪末有李翀[6]。 中国和其他文明古国一样，自古便有一些关于月亮上的幻想人物的神话[7]，但是到了

---

① 公元300年左右郭璞在注《尔雅》时也曾引用。由作者译成英文，借助于 Forke (6), p. 90。

② 英译文见 Forke (6), p. 92。

③ 胡渭的《易图明辨》卷三第五页反面。

④ 参看《梦溪笔谈》卷七第十四则。见胡道静(1)，卷上第309页。后面第583页有这一则的全文。

⑤ 参看《参同契考异》第七页正面；《朱子语类》卷一第九页正面。

⑥ 参看《日闻录》第六页反面。他是一个和穆斯林天文学家合作的人。

⑦ 月中有兔捣药的传说，见本书第四十五章；这是道家喜爱的说法。也可参看 Hentze (1)。

宋代，甚至连诗人也会一道去批判那些不足信的传说，抨击那些幼稚的想法①。

另外还有一种同佛教一道传入中国的错误的印度理论②，即关于两个想象出来的看不见的行星——罗睺(Rahu)和计都(Ketu)的理论。这两颗“星”把月球白道升降交点“人格化”了，它们无疑是为了解释月食而设想出来的③。这两颗“暗星”被列入行星里面去了。十七世纪时，伯尼埃(F. Bernier)④曾介绍过这种概念⑤。但是，我们后面将看到⑥，中国人自己自古就已想象出一个

① 例如苏东坡的《鉴空阁诗》，见永亨（与苏东坡同时）的《搜采异闻录》卷三第八页反面。参看《猗觉寮杂记》卷一第十一页正面。

② 参看 Soper (1)。

③ 参看后面第 586, 598 页。一行与瞿昙氏至少在这一点上是意见一致的。

④ 参看 Francois Bernier (1), vol. 2, p. 114。

⑤ 也可参看 E. Burgess (1), pp. 56, 149; Berry (1), p. 48。关于印度和伊斯兰教国的罗睺和计都，最好的说明见 Hartner (6)。

⑥ 参看后面第 552 页。这种想法提出一个与现在天文学家所面临的问题非常相似的问题。现在所面临的问题是：在天空某些位置发现有很强的射电源，但看不到天体[1)] [Lovell (1)]。后面第 616 页还要谈到这个问题。

1) 目前已证明，某些射电源是人们早已知道的天体，因此，这个问题正在解决中。——译者

运动方向恰与木星相反的"太岁"星。希腊也有相似的想象，这就是毕达哥拉斯的奇怪的"反地球"学说，这种学说显然出于塔伦托姆的菲罗拉乌斯(Philolaus of Tarentum, 公元前五世纪末)，其所以产生这种学说，如果不是为了把行星凑成十个，便是为了解释月食[①]。这两种概念也许都渊源于一种更古老的巴比伦学说。

五、中国天文学的天极和赤道特征

现在无疑已经证实，中国古代（和中古代）的天文学虽然在逻辑性和实用性方面决不逊于埃及、希腊以及较晚的欧洲天文学，然而它却是以大不相同的思想体系为基础的[②]。尽管宋君荣[Gaubil (2, 3, 4)]和比约[J. B. Biot (4)]都承认这一点，但第一批耶稣会传教士对此并不了解。关于这一问题，德莎素[de Saussure (3)]有下列的说明：希腊天文学使用黄道座标，用角度计量，是真实的和周年的；中国天文学则使用赤道座标，

① 参看 Berry (1), p. 25; Freeman (1), p. 227。

② 我们以后将看到，它同巴比伦和印度有关。

用时间计量，是平均的和周日的[1]。这些话需要稍作解释。

德涉素在这个问题上，后来也没有比他最初的著作 [de Saussure (2)] 说得更清楚。古代天文学家面临着一项巨大困难，这就是确定季节的恒星（太阳）过于明亮，以致其他恒星黯然失色，无法观察，因而它在众星之间的位置，不象月亮那样容易确定。要同时进行太阳和其他恒星的观测是不可能的[2]；可行的方法只有偕日法和冲日法两种。偕日法是古埃及人[3]和希腊人采用的方法，这是观察恒星偕日出和偕日没，也就是观测黄道附近的恒星在日出前或日没后瞬间的出没。从一颗恒星的偕日出或偕日没，可以确定当时是一年中的哪个季节，相差不会超过很少几天。古代最有名的科学观测之一，就是古埃及对天狼

---

① 并且，希腊的天文学是几何性质的，而中国的天文学则是算术和代数性质的。

② 不管想达到什么意图和目的，都是如此。但在天文学史上存在着一个疑问：有人认为在深井下进行观测时，可在白昼看到天顶的星。这种说法是否有根据仍属可疑；后面第 386 页将再谈到这一点。

③ 参看 Neugebauer (1); Chatley (13)。

星[1]偕日出(预示尼罗河大泛滥)的观测。太阳在恒星间的周年视路径有一种作用，使得定时偕日没的恒星随着季节而改变。每年一定时期内，傍晚在南天出现的星座,慢慢地逐渐西移,因而其可见时间不断缩短,三个月后,它们距离地平线已经如此之近,几乎刚一出现便没入地平之下。然后,它们在黎明之前再从东方升起,出现片刻;这种循环周而复始地进行下去。进行这种观测并不需要天极、子午线或赤道等的知识,也不需要任何计时制度;但是，它很自然地会使人熟识黄道各星座,以及距黄道远近不等而和黄道星座同时出没的各个恒星。因此，过去人们的注意力总是集中在地平线和黄道上。

冲日法与此相反，是中国古代采用的方法。中国人的注意力不是集中在偕日出、偕日没或地平线上，而是集中在永远不升不没的极星和拱极星上。由此看来,他们的天文学理论,是和子午线(通过极星和观测者的天顶的天球大圆)的概念密切结合起来的，他们系统地测定了这些拱极星的

① 天狼星所属的大犬座,是中西命名含意相同的少数星座之一(参看后面第 231 页)。

上中天和下中天①。希腊人当然也熟悉拱极星，如荷马（Homer）著名的诗篇里有：

不倦的太阳，圆圆的月亮，

还有一切众星，给广阔的苍穹戴上了王冠，

猎户座、昴星团、还有阿特拉斯七星，

捉住了密集发光的毕星团；

绰号战车的大熊，围着天轴之树在打转，

永远睁着一只眼睛，

盯着那猎户和所有天上的灯盏，

他那金色的额角，

从不俯向那宽广的海洋。②

希腊有一个故事，大意是特洛伊被围时，哨兵按照大熊座尾巴的纵横位置换岗。有迹象表明，中国

① 中国天文学体系有它的优越性。西方所观测的偕日出、偕日没，由于地平线上的雾和其他大气现象，时间很难准确确定[de Saussure (15)]。

② 出自 *Iliad*, XVIII, 488。参阅 *Odyssey*, V, 273。又维基尔的《乔基克斯》（Virgil, *Georgics*, I, 246）有："大熊怕洗海水浴"；参阅 Ovid, *Metamorphosis*, XIII, 725。索利的阿拉图斯（Aratus of Soli，约公元前 280 年）有"经常避开蓝色海洋的熊"的话（第 48 行），又说大熊星(Helice)是希腊人的星，小熊星(Cynosura)是腓尼基人的星（第 37 行）。

人早已注意到一些星的偕日出和偕日没[1]。例如，屈原在《天问》(公元前四世纪)中说："角宿(室女座 α)未旦，曜灵(太阳)安藏？"[2]不过，中国所着重的地方和希腊大不相同。

由此可见，北极星是中国天文学的基本根据。这一点和以小喻大的思想背景有关。天上的北极星相当于地上的帝王，官僚政治农业国家的庞大组织，自然是不知不觉地围绕着帝王打转的。关于这一点，孔丘的说法是：

> 孔子说："靠美德来行使统治权的人可与北极星相比，他总是保持着原有的位置，由众星围绕保护。"[3]
>
> 〈子曰："为政以德，譬如北辰，居其所，而众星拱之。"〉

我们在莎士比亚(Shakespeare)描写恺撒(Caesar)的诗中，也可找到一些熟悉的类似说法：

> 可是我正如北极星的永恒，

---

① 特别是日落后出现的心宿二(大火)；见 Chatley (10), pp. 528, 529; Chu Kho-Chen (1), p. 7, 特别在 (8) 中; Liu Chao-Yang (1)。

② 参阅 Edkins (10)。

③ 《论语·为政篇》。

由于那坚贞不移的品格，
高挂苍穹，举世无双。
空中点缀着无数星芒，
个个都是一团火焰，都在闪亮，
但只有它巍然不动，如此坚强；
世上的人是那样众多，
可是我晓得其中只有一个，
坚持原地，绝不动荡，
我，便是那颗永远不动的明星。……①

很容易理解，子午圈是从圭表推衍出来的，而圭表乃是测日影长度的仪器，大概是一切天文仪器中最古老的。观测者在中午时面向南方测量日影，在夜间面向北方测定拱极星上下中天通过子午圈的时间。《周礼·考工记》讲到某种工匠时说道：

他们白天收集太阳影长的观测结果，夜间则观测恒星上中天，因而能够定出朝夕的时间。②

① 出自 *Julius Caesar*, act. III, sc. I。

② 《周礼·考工记》卷十二第十五页反面，译文见 Biot (1), vol. 2, p. 555。由作者译成英文。参阅本书第二十二章第五节。

〈昼参诸日中之景，夜考之极星，以正朝夕。〉

前面已说过，不同的恒星在一年中不同的季节在一定的时刻上中天。中国现存的最古天文资料《书经·尧典》所讲到的那些观测，无疑就是这种观测。不过在提出这一论点之前，还需要作进一步的解释。

时圈从天极向周围展开①，正和地面上帝王的势力向四方伸展一样。中国人在公元前一千纪的时候，建立了按时圈与赤道相截的点而划分的完善的赤道分区体系，即“二十八宿”。人们应当把这些“宿”看作是天球的区划（状如桔子瓣）；这种区划以时圈为界，以提供距星②（即位于时圈上的星，可根据此星计算一宿的度数）③ 的星座为名。许多欧洲学者曾以为，一种纯粹赤道性质的天文

① 正如公元1086年沈括所说的“度如伞撩”（《梦溪笔谈》卷七第十三则）。

② 又称为“前星”[1]（reference star）。《晋书》卷十三第二页反面有两例。

③ 星座虽给宿提供了名称，但是一个星座所有的星不一定都在一宿的范围之内。在某些情况下（如第八宿——斗，第十五宿——奎，第十九宿——毕，第二十五宿——星），星座中有许多星延伸到前一宿中。这种情况在图94中清晰可见。

1） 前星并不是距星的别名。——译者

学体系，不通过黄道形式而独立发展，几乎是无法置信的；然而事实上情况正是如此①。二十八宿的界限一经划定，不管星群和距星的赤纬距离赤道远近如何，中国人都能够知道它们的准确位置；甚至当它们在地平线以下看不到的时候，只要观测和它们拴在一起的拱极星的上中天，也可以知道它们的位置。这就是求太阳在恒星间的位置的方法，因为望月在恒星间的位置与太阳的看不见的位置相反②。这便是前面所讨论的浑天说的精华所在；天球的周日运动一旦弄清楚之后，就可根

---

① 这首先出现于巴比伦[参阅Neugebauer (9)]。黄道的框框在西方天文学思想中是根深蒂固的，当第一次讨论公元前约1200年的巴比伦星图时，博赞克特和塞斯[Bosanquet & Sayce (1)]已设想上面有黄道(见后面第194页)。塞迪约[Sédillot (2), p. 592]对于中国天文学轻视黄道的作用，认为是咄咄怪事。

② 参看 Gaubil (2), p. 45。关于这一点，德莎素[de Saussure (20)]说得好："如果你问文人望月何时升起，他们一般是这样回答：'我又不是天文学家，怎么会知道。'但是，如果你问一个偷猎者或私贩，或问任何纯朴的乡民，那末，就象在古代一样，他们由于职业的关系，有机会观察自然界和天空，他们便会这样回答：'日没即出。'所以，望月同太阳相反，在太阳西落时从东方地平线下升起这一点，是无需请哥白尼或牛顿证明的。"许多古代民族在朔望举行祭祀，事实上是与此有关的。参看桥本增吉(2)。

据拱极星的上中天和下中天定出天球赤道上每一点的位置①。因此，太阳在恒星间的位置可以确定；太阳和恒星的座标关系也可以建立起来②。

(1) 拱极星和赤道上的标准点

中国古代天文学家的确是用拱极星的上中天来指示看不到的宿的方位的，这一点在《史记·天官书》中有一段话说得最清楚。司马迁说：

> 杓附着在龙角(第一宿)上。衡正对着中间的南斗(第八宿)。魁则枕在参（第二十一宿）的头上。
>
> 黄昏的指示者(黄昏时上中天的星)是杓星。午夜的指示者（午夜上中天的星）是衡星。黎明的指示者（黎明时上中天的星）是

① 参看 de Saussure (30)。

② 一个有趣的实例见于《晋书》，此书卷十三第一页反面和第二十三页反面载有两次表示凶兆的白昼见星，一次是金星，另一次是一颗大流星。书中说，"以晷度推之"，知道它在各宿和各恒星间的位置，便知道国家的哪一部分受到这种预兆的影响。关于中国记载中的太白昼见，可参看 Dubs (2), vol. 3, pp. 349 ff.。

魁星。……①

〈杓携龙角，衡殷南斗，魁枕参首。

用昏建者，杓。……夜半建者，衡。……平旦建者，魁。……〉

这些话，只要知道大熊座诸星的名称，便可迎刃而解。大熊座的星名如下：

（甲）斗（魁）：

北斗一（大熊座 α）	天枢
北斗二（大熊座 β）	天璿
北斗三（大熊座 γ）	天玑
北斗四（大熊座 δ）	天权

（乙）柄（杓）：

北斗五（大熊座 ϵ）	玉衡
北斗六（大熊座 ζ）	开阳
北斗七（大熊座 η）	摇光

所以这段话的意思是：角的位置可由斗柄最后二星的位置定出。实际上，从小熊座 α（天皇大帝或天极）经开阳的直线，和从小熊座 β（天帝星）经摇光的直线，将相交于角（角宿一，即室女座 α）。同

① 《史记》卷二十七第二页反面，由作者译成英文，借助于 Chavannes (1), vol. 3, p. 341。德莎素 [de Saussure (1), p. 566] 也注意到这段话。关于应于何地的三句占星术的话，已删去。

样，从玉衡引出一条直线与连天极、天权的线平行，则这条直线将指出南斗（人马座 φ）的所在。而斗魁“顶”、“底”(即天权、天枢，天极、天璿)的延长线将与参(猎户座)相遇。读者可参看图 88，此图采自朱文鑫 (5)。

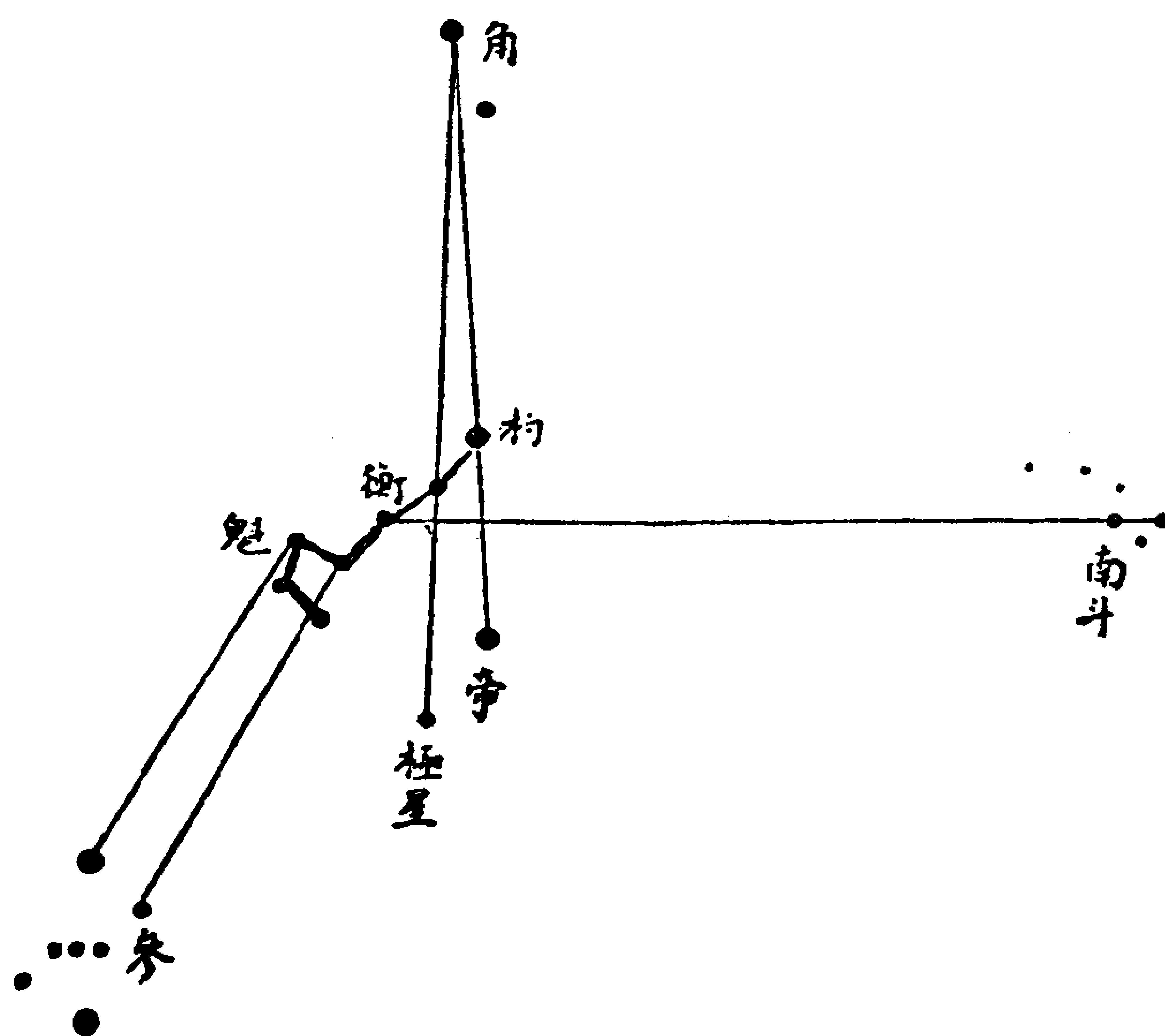


图 88　拱极星与其他恒星的相对位置

表 24 说 明

第一栏　宫。中宫(或拱极宫)自然不包括在内，因为提供宿名的星座尽管可离开赤道 35° 之多，但均在赤道一侧或另一侧。

第二栏　二十八宿号次，据《淮南子·天文训》。

第三栏　宿名。

第四栏　施古德 [Schlegel (5), p. 805] 星表的编号。他关于星群的描写比较详细。

第五栏　宿名的大致古义。其中有少数注出可参考高本汉 [Karlgren (1)] 关于古代汉字字形的解释。

第六栏　提供宿名的各个星座的星数 [根据 Chu Kho-Chen (1)]。详细考证见 Schlegel (5); Wylie (6)。其他载有二十八宿全部恒星的星表，可参看 Hartner (2); Kingsmill (1); 陈遵妫 (3)。

第七栏　(甲) «淮南子・天文训» (卷三第十五页正面) 以中国古度 ($365\frac{1}{4}$) 表示的二十八宿距度(约公元前 120 年)。参阅马伯乐的著作 [Maspero (3) p. 282]，他提供了另外三种古代的数据，差别不大。唐代僧一行的测量数据(约 700 年)采自 Gaubil (3), p. 108。元代测量数据见«元史»卷五十四第八页正面及卷五十六第九页反面。

(乙) «淮南子・天文训»所载距度合成现代度数 (360) 的换算，采自能田忠亮 (3)，第 64 页; Nōda (2), p.19。

(丙) 有关公元前450 年二十八宿真实距度的计算，采自 Nōda (2); 能田忠亮 (3)。

第八栏　(甲) 二十八宿距星 (即各宿开始处时圈上的星) 的考证结果 [Chu Kho-Chen (1)]。本表的数据与比约 [J. B. Biot (4)] 所用的略有出入。

(乙) 距星星等 [Delporte (1)]。

(丙) 公元 1900 年的距星赤经 [Chu Kho-Chen (1)]。

(丁) 公元 1900 年的距星赤纬 [Chu Kho-Chen (1)]。

第九栏　有关的拱极现象; 根据 J. B. Biot (4), p. 246。本表列有某些拱极星 (大部分在大熊座，小熊座和天龙座) 的上中天和下中天，完全与地平线下各宿不可见的中天对应。应该注意，这是比约按地理纬度 34 度到 40 度之间的地区对公元前 2357 年进行计算而得到的。同样的表如时间不同(例如公元前四世纪)，则应作修正，但一般原则不变。这些拱极星群的中国名称，见后面表 25。应该注意，比约的考证有时和现在所采用的 [如陈遵妫 (3)] 不同，但一般与施古德 [Schlegel (5)] 的表相符。

表 24　二

一、宫	二、号次	三、宿名	四、施古德的编号(S)	五、宿名古义	六、星数	七、距度 (甲) 古度	(乙) 相当今度	(丙) 计算值
东宫	1	角	165	角	2	12 度	11.83°	11.70°
	2	亢	133	颈	4	9 度	8.87°	8.81°
	3	氐	423	根	4	15 度	14.78°	14.46°
	4	房	55	房	4	5 度	4.93°	5.25°
	5	心	318	心	3	5 度	4.93°	4.14°
	6	尾	714	尾	9	18 度	17.74°	18.95°
	7	箕	151	箕	4	11¼ 度	11.0°	10.22°
北宫	8	南斗	416	南斗	6	26 度	25.8°	26.54°
	9	牛 牵牛③	252	牛 牵牛	6	8 度	7.89°	7.90°
	10	女 须女④	254	女 使女	4	12 度	11.83°	11.82°
	11	虚	101	空虚	2	10 度	9.86°	9.56°
	12	危	711	屋顶	3	17 度	16.76°	16.64°
	13	室 营室	32	室 野营	2	16 度	15.77°	16.52°
	14	壁 东壁	287	壁 东壁	2	9 度	8.87°	8.44°
西宫	15	奎	197	胯	16	16 度	15.77°	15.66°
	16	娄	206	镰铐	3	12 度	11.83°	10.83°
	17	胃	710	胃	3	14 度	13.8°	15.2°

八、距星						九、
(甲) 考证结果	(乙) 星等	(丙) 1900年赤经 时	分	秒	(丁) 1900年赤纬	拱极星的相应现象
室女座 α	1.2	13	19	55	−10° 38′ 22″	天皇大帝①(小熊座 α, S 451)、庶子(小熊座 α 3233, S 42)下中天，天乙(天龙座 i, S 611)上中天
室女座 κ	4.3	14	07	34	−09° 48′ 30″	南门②(半人马座 α 和 β, S 244)上中天
天秤座 α^2	2.9	14	45	21	−15° 37′ 35″	无
天蝎座 π	3.0	15	52	48	−25° 49′ 35″	右枢(天龙座 α, S 736)上中天
天蝎座 σ	3.1	16	15	07	−25° 21′ 10″	无
天蝎座 μ^1	3.1	16	45	06	−37° 52′ 33″	无
人马座 γ	3.1	17	59	23	−30° 25′ 31″	天龙座 κ 下中天，北斗(大熊座, S 280)斗柄(熊尾)垂直向上
人马座 ϕ	3.3	18	39	25	−27° 05′ 37″	左枢(天龙座 ι, S 678)上中天
摩羯座 β	3.3	20	15	24	−15° 05′ 50″	天枢(大熊座 α, S 568)、天璇(大熊座 β, S 543)下中天 织女(天琴座 α, S 396)、渐台(天琴座 β, S 660)上中天
宝瓶座 ε	3.6	20	42	16	−09° 51′ 43″	无
宝瓶座 β	3.1	21	26	18	−06° 00′ 40″	天玑(大熊座 γ, S 465)、天权(大熊座 δ, S 488)下中天
宝瓶座 α	3.2	22	00	39	−00° 48′ 21″	玉衡(大熊座 δ 至 ε, S 747)、天乙⑤(天龙座 42 及 184, S 364)下中天
飞马座 α	2.6	22	59	47	+14° 40′ 02″	玉衡(大熊座 ε, S 747)、天乙(天龙座 42 及 184, S 364)下中天
飞马座 γ	2.9	00	08	05	+14° 37′ 39″	天帝星(小熊座 β, S 575)上中天，开阳(大熊座 ζ, S 130)下中天
仙女座 η	4.2	00	42	02	+23° 43′ 23″	庶子(小熊座 α, 3233, S 42)上中天
白羊座 β	2.7	01	49	07	+20° 19′ 09″	摇光(大熊座 η, S 725)、天乙(天龙座 i, S 611)下中天
白羊座 41⑥	3.7	02	44	06	+26° 50′ 54″	无

一、宫	二、号次	三、宿号	四、施古德的编号(S)	五、宿名古义	六、星数	七、距度 (甲)古度	(乙)相当今度	(丙)计算值
	18	昴	232	昴星团图形, K1114*h*	7	11 度	10.84°	10.44°
	19	毕	297	网(毕星团)	8	16 度	15.77°	17.86°
	20	觜 觜觿	686	龟	3	2 度	1.97°	1.47°
	21	参	647	三星图形, K647	10	9 度	8.87°	6.93°
南宫	22	井 东井	668	井 东井	8	33 度	32.53°	32.60°
	23	鬼 舆鬼	198	鬼 鬼车	4	4 度	3.94°	4.46°
	24	柳	217	柳	8	15 度	14.78°	15.16°
	25	星 七星	320	星 七星	7	7 度	6.9°	6.86°
	26	张	378	张开的网	6	18 度	17.74°	17.13°
	27	翼	741	翼	22	18 度	17.74°	17.81°
	28	轸	399	战车踏板	4	17 度	16.76°	16.64°

① 陈遵妫(3)将小熊座α当作钩陈座第一星(见后面第205页)。

② 这是南半球的星，并非拱极星，见《夏小正》。

③ 严格地说，牵牛本是天鹰座α。

④ 不可与织女相混(见表25)。

⑤ 关于天极附近相当于太一的一个或几个小星，考证有疑问；参阅 de Saussure (13); Maspero (3), p. 323。

⑥ 陈遵妫(3)将此星当作白羊座35。

表 24（续）

八、距星								九、
（甲）考证结果	（乙）星等	（丙）1900年赤经			（丁）1900年赤纬			拱极星的相应现象
		时	分	秒				
金牛座 η⑦	3.0	03	41	32	+23°	47′	45″	右枢（天龙座 α，S 736）下中天
金牛座 θ	3.6	04	22	47	+18°	57′	31″	无
猎户座 $\lambda^1$⑧	3.4	05	29	38	+09°	52′	02″	天龙座 κ 上中天
猎户座 ζ	1.9	05	35	43	−01°	59′	44″	北斗（大熊座，S 280）斗柄（熊尾）垂直向下
双子座 μ	3.2	06	16	55	+22°	33′	54″	天枢（大熊座 α，S 568）、天璇（大熊座 β，S 543）上中天；这一宿很宽，两星为其末端
巨蟹座 θ	5.8	08	25	54	+18°	25′	57″	同上
长蛇座 δ	4.2	08	32	22	+06°	03′	09″	大熊座 β 中天，同前 老人⑨（船舻座α，S 205）上中天
长蛇座 α	2.1	09	22	40	−08°	13′	30″	天玑（大熊座 γ，S 465）、天权（大熊座 δ，S 488）上中天
长蛇座 μ⑩	3.9	10	21	15	−16°	19′	33″	无
巨爵座 α	4.2	10	54	54	−17°	45′	59″	太子（小熊座 γ，S 361）下中天，天乙（天龙座 42 及 184，S 364）、玉衡（大熊座 ε，S 747）中天
乌鸦座 γ	2.4	12	10	40	−16°	59′	12″	天帝星（小熊座 β，S 575）下中天，开阳（大熊座 ζ，S 130）上中天

⑦ 陈遵妫（3）将此星当作金牛座 17。

⑧ 陈遵妫（3）将此星当作猎户座 $37\phi^1$。

⑨ 有些作者假定，在公元前第三千纪时，此星在中国刚刚可在地平线上看到［J. B. Biot（4），p. 250］，但是否因其上中天与柳的位置有关而被注意到，则无任何确证。它像南门一样，自然是南半球的星，而且也不是拱极星。

⑩ 陈遵妫（3）将此星当作长蛇座 λ；竺可桢［Chu Kho-Chen（8）］则认为它是长蛇座 ν_1。

表 25　与表 24 第九栏有关的恒星

中国名称	星名释义	陈遵妫(3)的考证
渐台	漏壶底座	天琴座 10 β
织女	织女	天琴座 3 α
开阳	热或阳的传播者	大熊座 16 ζ
老人	老人	南船座 α
南门	南门	半人马座 α^2 及 ϵ
北斗	北斗	大熊座
庶子	皇帝的庶子	小熊座 5
太一	大一，或伟大的第一星	——
太子	太子	小熊座 13 γ^2
天权	天上的天平	大熊座 69 δ
天玑	天上的浑环(见后面第 389 页)	大熊座 64 γ
天璿	天上的样板(见后面第 263 页)	大熊座 48 β
天皇大帝	天皇大帝	仙王座 32 H
天乙	天上第一星	天龙座 10 i
天枢	天的枢轴	大熊座 50 α
天帝星	天帝星	小熊座 7 β
左枢	左侧的枢轴	天龙座 12 ι
摇光	闪烁的光	大熊座 21 η
玉衡	天上的窥管(见后面第 393 页)	大熊座 77 ϵ
右枢	右侧的枢轴	天龙座 11 α

在继续深入讨论之前，应当先把二十八宿体系全面地研究一下。关于二十八宿的各项细节，已列入表 24。如果将第五栏和第八栏（甲）作一

比较，就可以看出，中西星座古名并没有互相类似之处①。第八栏（丁）说明，有些距星距离赤道很远，例如尾远至赤道以南37°，昴远至赤道以北23°。能田忠亮[Nōda (2)，能田忠亮(3)]的计算[第七栏(甲)、(乙)、(丙)]表明，公元前二世纪二十八宿距度测量的准确度有很大的差异。有的宿（例如牛）的观测非常准确，而其他的宿（例如参和毕）的观测则差1°以上；因为观测者仅限于用浑环和照准器作肉眼测量，所以，这种误差不足为怪。同时，从第八栏(乙)可以看出很重要的一点，这就是距星的选择很宽，并不考虑到星等。二等星，包括角宿（室女座α）在内，只有两颗；五等星至少有四颗，还有一颗（鬼宿，巨蟹座θ）低到六等。这表明古代天文学家所感兴趣的是天空的几何学分区，如果亮星对于他们的目的没有用处，便会放弃不用。比约[J. B. Biot (4)]首先了解到，二十八宿的距星是因为它们的赤经与经常可见的拱极星相同（或近于相同）而被选定的②。在这一点

① 参看后面第229页那一节。

② 公元1080年左右，司天监主管官员问沈括说：为什么二十八宿的距度如此不均匀？他答道，这是因为要凑成整数的度数（《梦溪笔谈》卷七第十三则）。由此看来，这个体系的起源已被忘掉。

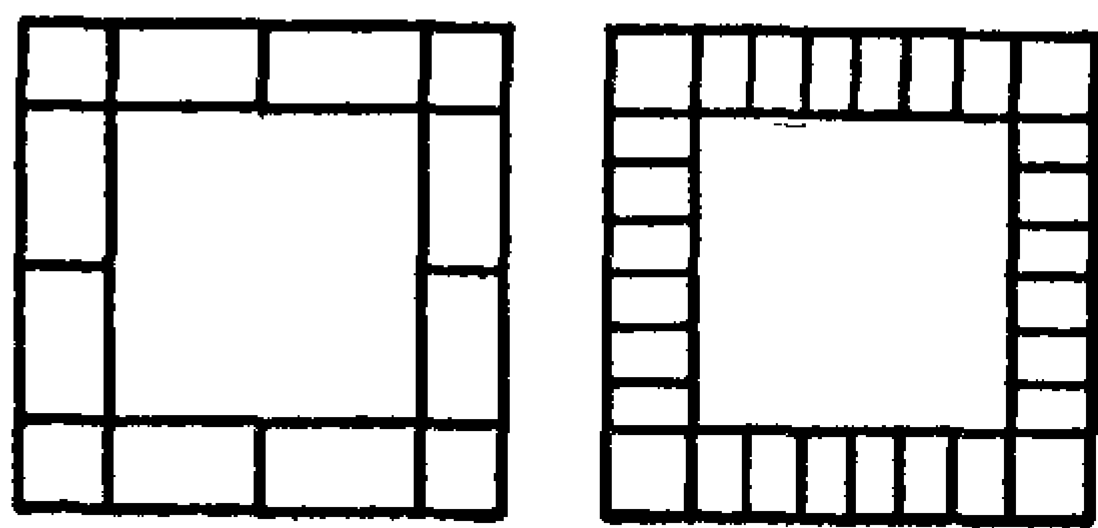
上，可以说二十八宿体系已明确地预示了今日用以划定星座区域的精密分区方法[Delporte (1)]。

二十八宿为什么正好是二十八个？这个问题并不象表面看来那么简单。“宿”字的古代写法象搭成的小屋①。因此，一段段的天空正和地球上沿路分布的茶棚一样，应当是日、月、五星的临时休息站；不过，这些休息站主要是为夜间最大的发光体——月亮——准备的②。因此，二十八宿这条线是量度月球运动的刻度标尺，而它的数目二十八则是古时求得的月球基本周期的平均长度③。因为月球完成它从望到望或从朔到朔的相周（朔

① 参看 K1029; Hopkins (11)。

② 参阅桥本增吉 (2)。

③ 不过还有一些其他说法。如梅农 [Menon (1)] 指出，印度占星习惯是划分方形（非圆形）为十二宫，每边空档再分下去，四角上宽度加倍，由此得二十八宫，而不是二十四宫。但巴比伦楔形文泥板中未见有这种图形，希腊占星术的十二宫则较晚。



望月）需时 29.53 日[1]，而回到恒星间的同一位置（恒星月）则只需 27.33 日[2]。这两个周期总是无法调和的，但 28 日这个平均数使用时很方便[3]。

在表 24 中，二十八宿已按四宫分为四组，每组七宿。四宫的象征性名称是和季节相对应的（见后面第 162 页）[4]。在这里，方向相反的原则产生了一

① 关于中国古代和中古代相周常数近似值的发展，见后面第 528 页。

② 历月的 30 天和 31 天与回归年长度有关，是为调和太阴、太阳周期所作的一种尝试。参阅 O. Thomas (1), p. 310。

③ 莫兰 [Moran (1)] 曾企图证明最早的字母是从二十八宿符号演变而来，并用这一点说明各种字母表为什么都由 25—30 个字母组成 [Diringer (1)]。完整的音标字母表应有 46 个。这一命题很新鲜，说法也颇引人注意，但缺点在于例外太多。中国古时常用小圈和联线画成二十八宿简图（参阅后面第 239 页），但是，这恐怕不能象他所说的那样，竟影响到古代闪族字母的形状，因为除地理条件以外，这种图形也不是殷代的，而是战国或两汉时代的（参阅图 93），时代晚得太多。如果二十八宿的符号曾用作最古的字母，那也只能是用作代表赤道带上各星座的字母（见第 194 页）。

④ 四神图（与四宫相配的象征性动物图）在中国艺术品中是常见的；鲁弗斯 [Rufus (2)] 有几幅典型的朝鲜古墓的壁画（约 550 年）。但能证明这种图画是非常古老的考古证据不多。叶兹 [Yetts (6)] 断定它们不是汉代以前的东西，但后来又修正了 [Yetts (7)]；从现在所了解的殷商时代的思想（见后面第 161 页）来看，进一步进行研究似可将其他画像（如叶兹所介绍的汉以前的琉璃片）解释明白。参阅陈遵妫 (5)，第 97，98 页；Cohn (1)。

个奇怪的结果,即春宫与秋宫"对调"了[1]。太阳在秋季到达心宿(第五宿,即天蝎座),而心宿却划入了春宫;太阳在春季到达参宿(第二十一宿,即猎户座),而参宿却划入了秋宫。这是因为它们的关系相反而不是相合(和偕日出、偕日没的情况相同)。春季的望月出现在"春"季的宿,秋季的望月出现在"秋"季的宿。当地平面上的四方(它们按互相对应的想法[2]与四季相联系)延长到天球赤道上的时候,就会引起这样的困难(参阅图89)[3]。

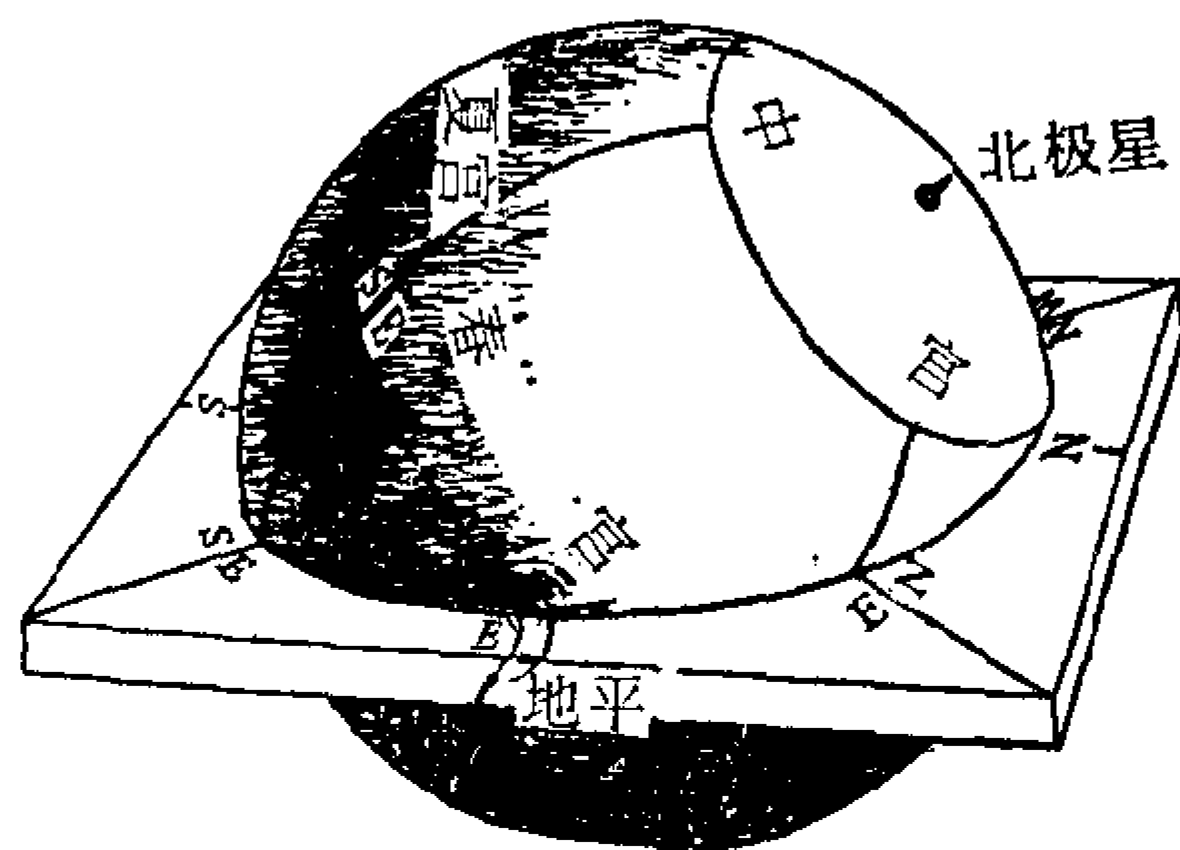


图 89 中国古代天球分区法及其与地平面关系图[根据 de Saussure (16b)]。图中 S——南; E——东; N——北; W——西

① 德莎素[de Saussure (7), p. 259; (6), p. 151, 160; (1), pp. 121, 157, 282]在讲到十二肖兽及五行时,曾多次细致地讨论过这个问题。

② 参阅后面第 197 页。

③ 参阅第二卷第十三章第四节第(2)小节及第六节。

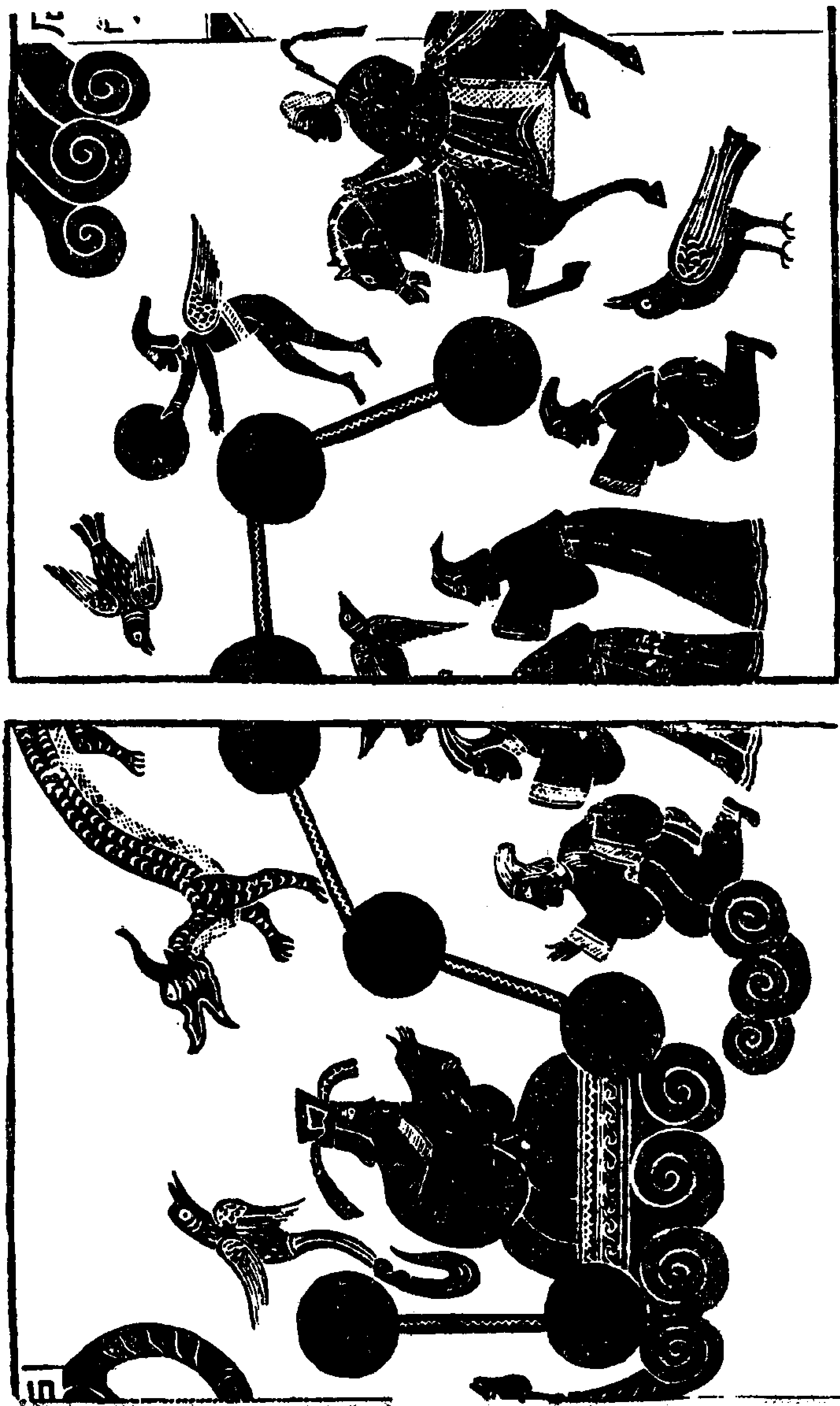


图90 北斗七星——汉武梁祠石刻之一(约公元147年),采自《金石索》石部第三册。在原来的石刻上,手持孤星的小妖与用直线表示的斗柄(不包括尾星)排成一线。因此,这个孤星应为招摇,即牧夫座γ,参看后面第181页(按:这个孤星不是招摇,而是开阳的伴星,名叫"辅"。——译者)

增设一个第五宫(中宫,即拱极宫),这是中国宇宙论的最大特点,这一点在和其他文化(例如伊朗文化)有相互影响的所有问题上都很重要①;由于有了这个宫,便把天上的分区和我们介绍"对应思想"时谈到的五行、五方、五帝等②联系起来了。从极星与帝王之间的明显对比和拱极星在中国天文学体系中所受到的特殊敬仰来看,把拱极星看作是(天上)帝王统治机构中主要成员的邸宅或官署是很自然的。图90采自东汉武梁祠石刻,它就表示这样一所坐落在大熊座的邸宅1)。

(2) 二十八宿体系的发展

这里产生的第一个问题是:二十八宿究竟古老到什么程度?两个世纪的争论,由于在安阳发

① 也许这就是使米歇尔[Michel (17)]认为中国人搞混了平经度量、时角和黄经的缘故。事实上,正如后面第218页所述,中国人使用赤道座标的时候,就是他们的方位天文学开始的时候,而且黄经、黄纬对中国人来说,并不占有主要的地位。参阅后面第245页和第542页。

② 参看本书第二卷第十三章第四节(基本科学概念)。

1) 《史记·天官书》说"斗为帝车",此图大概就表示天帝坐在车上。——译者

现殷墟卜骨（公元前1500年前后），现已宣告结束。人们从卜辞中收集到大批天文历法资料，特别是郭沫若（3）、刘朝阳（1，2）、以及董作宾在《殷历谱》中所作的高度系统化的工作，是值得注意的。把这些资料全部研究过之后，我们将会拥有比任何前辈学者更加可靠的事实根据。宋君荣和比约（在一定程度上还有德莎素）对于现在认为是无稽传说的那些资料都过于轻信，他们所确定的年代过早，现已无法同意；但是他们的对手如韦贝尔（Weber）、惠特尼等，则确信想象中的秦始皇焚书把古籍烧毁无余，坚持公元前三世纪以前的中国天文学已无法了解。直到1932年，马伯乐[Maspero (15)]还强调中国天文学开始最晚，认为公元前七世纪以前不会有什么可靠的东西。但是，现在我们已可确定，二十八宿体系是从殷代中期开始逐渐发展起来的，因为它的核心部分在公元前十四世纪已经出现了。

关于恒星的记载，是在殷王武丁（公元前1339—1281年）即位的卜辞（确实与前后诸王的卜辞一样）中发现的①。当时最重要的星是鸟星

① 董作宾（1），下编卷三第7页以下。

和火星，据考证，鸟星（星或星座）就是朱雀，也就是居南宫（朱雀）中央的第二十五宿——星（长蛇座 α）①；而火星是心宿二（即天蝎座 α）以及居东宫中央的第四、五两宿——房和心②。竺可桢根据这些星名断定，此时沿赤道把天划分为四个主要的宫（东宫苍龙，南宫朱雀，西宫白虎，北宫玄武③）的办法已经逐渐发展起来了④。这种安排在图 91 中非常明显。除上述两星名之外，卜辞中还提到一颗重要的星，叫作鹬⑤，这颗星尚待考证；另有一星，叫作“大星”。这样，大概四仲中星都完全了⑥。

① 参看 Chu Kho-Chen (1), p. 12。

② 参看 Chu Kho-Chen (1)。

③ 西方常把玄武译为“Sombre Warrior”（阴沉的武士），参阅 Yetts (5), p. 145。

④ 参阅《淮南子》卷三第三页正面。见陈遵妫 (5)，第 97，98 页附图。

⑤ 但《说文》以心（第五宿）为商星，这可能是很重要的，参阅朱文鑫 (4)，第 125 页。关于二分点上的参宿和心宿，《左传》（昭公一年）还载有一种传说（见后面第 177 页），其中有商字出现 [参看 Couvreur (1), vol. 3, p. 31]。

⑥ 最值得注意的事实是卜辞经常提到交食（参阅后面第 567 页，董作宾认为其中有些已考证清楚）、流星（参阅后面第 631 页）和“新大星”[参阅后面第 605 页，这种星被解释成新星和超新星，参阅 Chou Kuang-Ti (1)]。

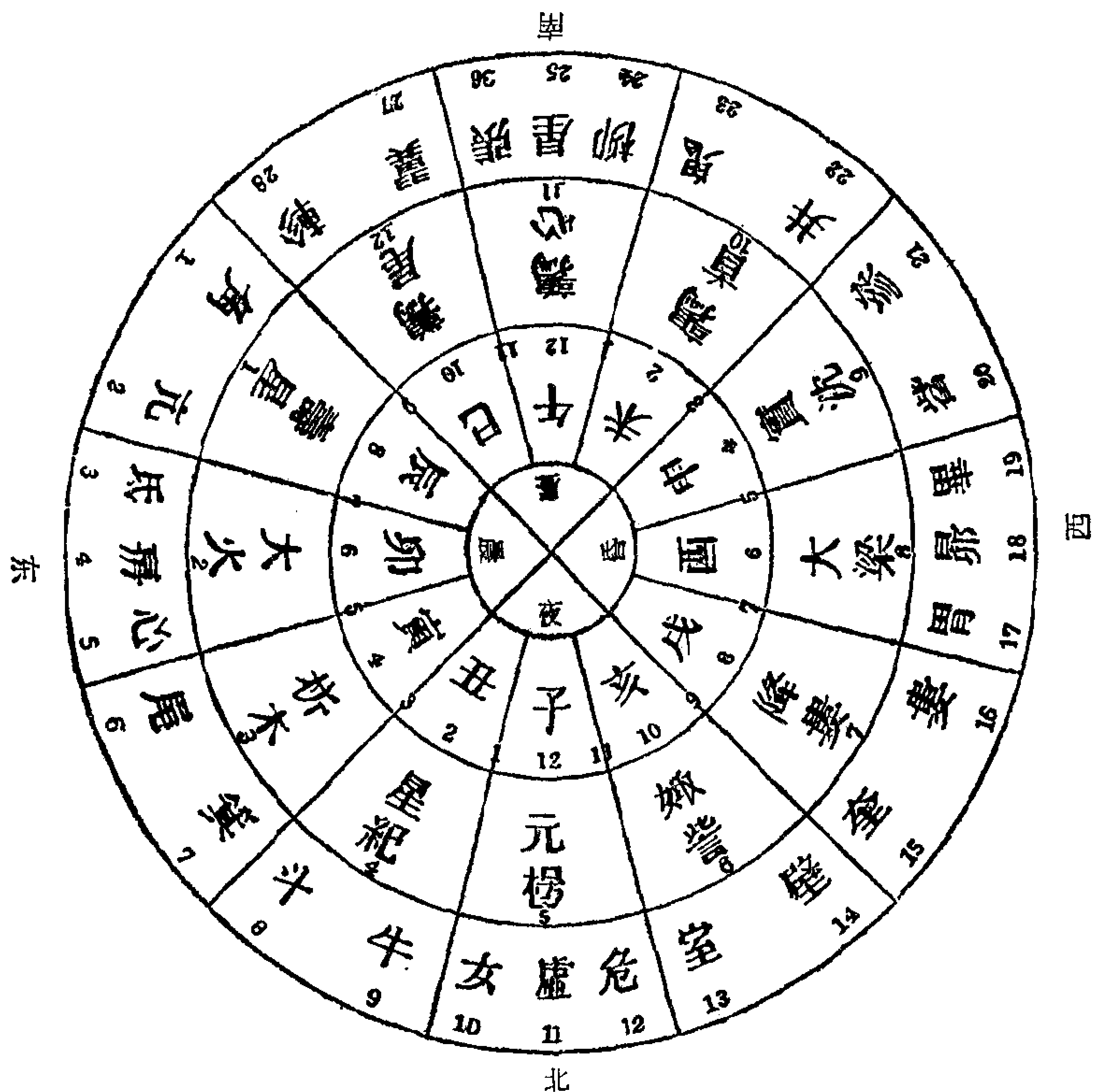


图 91　中国古代赤道分区（时角分段）图

外圈，二十八宿：　1 角，　2 亢，　3 氐，　4 房，　5 心，　6 尾，7 箕，　8 斗，　9 牛，10 女，11 虚，12 危，13 室，14 壁，15 奎，16 娄，17 胃，18 昴，19 毕，20 觜，21 参，22 井，23 鬼，24 柳，25 星，26 张，27 翼，28 轸。

中圈，十二次（参阅表 34）：

东宫（苍龙）：1 寿星，2 大火，3 析木；

北宫（玄武）：4 星纪，5 玄枵，6 娵訾；

西宫（白虎）：7 降娄，8 大梁，9 实沈；

南宫（朱雀）：10 鹑首，11 鹑心，12 鹑尾。

内圈，十二支（表示一日十二时的顺序，自午时起）：

午，未，申，酉，戌，亥，子；

子，丑，寅，卯，辰，巳，午。

本图出自周世樟《五经类编》（1673），施古德 [Schlegel,（5），p. 39] 和德莎素 [de Saussure,（16a）] 等均有复制图

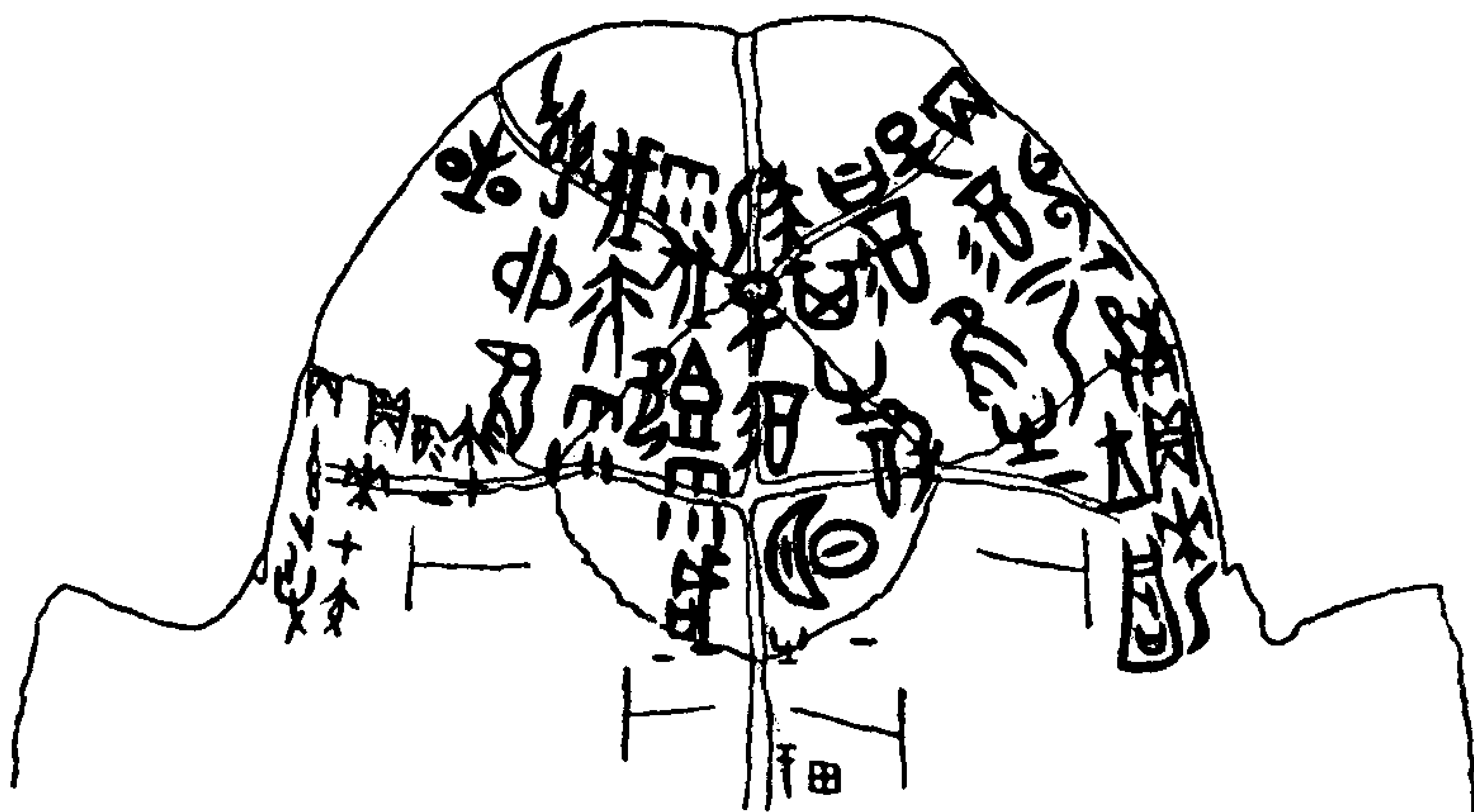


图 92　提到鸟星（长蛇座 α）的卜辞。象形的"鸟"字见左端倒数第二行下，星字在其后，自成一行。采自董作宾(1)，下编卷三第一页反面。这是殷王武丁（公元前 1339—1281 年）的刻辞

图 92 是记载鸟星的甲骨之一。

二十八宿的核心可以说是由《诗经》上提到的星组成的。《诗经》的民歌虽然收集很晚，但从这一点看来，大致可定为公元前八、九世纪的作品。其中有一首① 说到七月火的中天（"七月流火"）；另一首② 提到定（飞马座古名，第十三、十四宿）的

① 《豳风》第一篇。西译文见 Legge (1), XV, 1; Waley (1), p. 164; Karlgren (14), p. 97。

② 《鄘风》第六篇。西译文见 Legge (1), IV, 6; Waley (1), p. 281; Karlgren (14), p. 33。

中天("定之方中");还有一首①提到"罶"(昴的古名,即昴星团,第十八宿)和"三星"(即参,第二十一宿,猎户座):

母羊难长公羊头,
昴宿难容猎户座,
今人寻食如找到,
肯定也难吃一饱。②
〈牂羊坟首,
三星在罶。
人可以食,
鲜可以饱。〉

另外还提到毕(第十九宿,毕星团,在金牛座)、箕(第七宿,人马座)、牵牛(古时似为第九宿距星,现指天鹰座 α)、以及不属于二十八宿而属于拱极星的织女。所以,二十八宿中至少有八宿已经在《诗经》中出现了。

我们在叙述羲、和兄弟的天文学传说时,已经

① 《都人士之什》第九篇。 西译文见 Legge (1), VIII, 9; Karlgren (14), p. 184; Waley (1), p. 324。前两书译文有误,后一书是正确的。

② 英译文采自 Waley (1)。

提到过《书经》中的《尧典》[①]。《尧典》中“朝廷任命”部分和“星辰四季”部分的文字穿插混杂，现在我们要研究的是后者。这项古代资料应当和另外两项同类的资料——《夏小正》和《月令》——结合起来进行研究，关于后两书的内容，前面已经作了说明。《书经》这一篇的年代，根据语言学方面的理由，应定为公元前八至五世纪之间[②]。原文如下：

> 用中等长度的白昼和鸟星的上中天校准仲春。……用最长的白昼和火星的上中天确定仲夏。……用中等长度的夜和虚星的上中天校准仲秋。……用最长的夜[③]和昴星的

① 这是“非伪托”的“真文”中的一篇[参阅第二卷第十三章第三节第(2)小节]。

② 有少数人[顾颉刚(8)；Creel(4)，p. 202]认为，应把这一篇的年代推迟到孔孟之间，甚至推迟到汉代。但这样会使天文学方面的任何解释更加困难。此外，他们似乎没有注意到，其中“三百有六旬有六日”的说法非常古老。不同位的数字中间嵌入连接词，是公元前十四世纪卜辞中的典型数字写法[董作宾(1)]。不仅如此，董作宾还发现，较晚的卜辞已略去数字中的连接词了。参阅数学一章第二节。这一段文字似乎是年代很早的周代遗文，不管它的上下文是否可作其他解释。

③ 有的版本作“最短的白昼”。

上中天确定仲冬。……一年有三百六十六天①。四季是利用闰月来调整的。②

〈日中星鸟，以殷仲春。……日永星火，以正仲夏。……宵中星虚，以殷仲秋。……宵永星昴，以正仲冬。……朞三百有六旬有六日，以闰月定四时成岁。〉

这里很清楚，第二十五、第五、第十一、第十八等四宿分别在它们所在各宫的中央。乍看起来，这里所配的季节似乎是错了。从图94可以看出，在公元前二千纪初叶，星（鸟）和虚是二至点所在的宿，房、心（火）和昴是二分点所在的宿。但这自然是指太阳在这些节气所在的位置，那些星当时是看不到的。中国古代天文学家的基本观测之一，即日没后或日出前对南中星的观测，每三个月周日

① 这并不很奇怪，因为据我们现在所知，殷人在公元前十三世纪就已知道恒星年的长度约为 365.25 太阳日［董作宾（1）］。但也许正如董作宾（8）所说，对于"朞"（即一年的长度）来说，366 这个数字不过表示已超过 365 日。

② 西译文见 de Saussure（1，3，4，16 a）；由作者译成英文，借助于 Chavannes（1），vol. 1，pp. 44 ff.。此外还可参阅 Legge（1），p. 33；Medhurst（1），p. 3；但后面两种译文是错的。

运动的四分之一相当于周年运动的一个象限[1]。因此可以证明，冬至日午后6时上中天的宿(即昴宿)，就是下一个春分日正午太阳所在的宿，而且年年如此，循环不息。这种程序全部在天极和赤道座标的网状组织中进行，完全合于中国古代天文学的特点；中国古代解决恒星与太阳的相对位置的问题，所用的方法就是从可见天体的位置来推断不可见天体的位置。

这段文字表面上是非常明确的，它长期以来使学者们很想利用岁差来定出它的年代。例如，比约[2]曾经成功地证明，在公元前2400年前后，上述四宿大概是在二分点和二至点(0°，90°，180°，270°)上。这一结论的确没有大错[3]。马伯乐[Maspero (15)]对各项假定(主要是关于观测上中天的时刻)曾经提出批评，而桥本增吉(1，4)却把观测时间定为午后7时，从而把年代推迟到

---

① 在这个问题上，最明确的讨论见 de Saussure (1), pp. 16 ff., (3), pp. 316 ff., (4), p. 141。

② 参看 J. B. Biot (1), pp. 363 ff.。

③ 参看刘朝阳(10)，竺可桢(3)，能田忠亮(2，6)，Nōda (2), de Saussure (1, 3, 4)。

公元前八世纪或八世纪之后。他们两人对于悠久的传统[1]大概未曾予以充分重视；根据宋君荣的记述，传统的观测上中天的时间是午后6时，如果受到天光的妨碍，即用漏壶予以核对。但过了一个世纪之后，普拉特(Pratt)指出，任何一项正确确定年代的工作都是非常困难的。恰特莱[Chatley (10a)]的说法是最晚近的意见之一，他一方面承认比约和德莎素的意见有说服力，另一方面却又增加了一些不肯定的因素。按广义的说法，鸟可以包括七宿以上(即东宫的全部)，火可以包括三宿。而另一方面，虚和昴这两个在赤道上占地位较小的单个的宿，则彼此很不一致，前者所指出的年代是公元前350年左右，后者是公元前1400年左右。这个问题的解决还很遥远，也许殷墟卜辞对此能有所帮助。根据我们现在对中国古代历史的了解[2]，从宽估计，《尧典》的数据未必能早于公元前1500年；从这一点来看，也许桥本增吉的结

---

① 参看 Gaubil (3), p. 8。德莎素 [de Saussure (1), p. 35, (3), p. 335, (4), p. 139] 也强调这一点。

② 参看本书第一卷第181页那一节。

论[1] 最值得注意。但是，还有这样一种可能，即《尧典》的记载确实是很古老的天文观测传统的遗迹，不过它根本不是中国固有的，而属于巴比伦。无论如何，对于我们目前的讨论来说，这段文字的最重要的意义并不在于用它来定出准确的年代，而是在于它明确地告诉我们，中国古代已曾系统地利用四仲中星来确定四季，以及确定二分日和二至日太阳在恒星间的位置。

由于岁差的缘故，二分点、二至点在恒星间的位置以至四季在恒星间的界限，每隔71.6年移动1°，每隔2200年移动31°[2]。因此，如德莎素[de Saussure (30)]所说，人们必须在下列两种做法之间选择一种：或者是改变四宫的界限，即按照欧洲人的办法，使黄道十二宫附于回归年而不附于恒星年[3]；或者是把它们固定下来，而使四仲中星不再与季节相对应。公元前一世纪时，司马迁还沿用《尧典》的四仲中星(第二十五、四、十一、十八宿)，但它们已不与季节相对应了。四仲中星

① 现在竺可桢 (3, 8) 也支持他的说法。

② 这是现代的度。

③ 参看 Eisler (1), p. 112。

的移动，是不能无限制地忽略的，太初（邓平和落下闳）改历时，冬至点已不在虚（第十一宿）而在斗、牛（第八、九宿）之间[①]。这是公元前104年的事。公元85年李梵、编䜣制定《四分历》时，已离开斗 $9\frac{3}{4}$ 度[②]。蔡邕和刘洪的《乾象历术》（公元206年）[③]大大修正了传统的做法，把四仲中星全部后退一宿（将古代的四仲中星换为第二十四、三、十、十七宿，即柳、氐、女、胃）。这项材料保存在后世的书籍中[④]，由儒莲传出而引起比约的注意[⑤]。经过计算后，比约发现蔡邕和刘洪的安排适合公元前1100年的情况。比约和德莎素[⑥]都认为，这可以代表周公时代的传统，但是，这更可能是在后汉时经过调整的。到四世纪时，关于二分点和二至点的移动的种种讨论，终于使虞喜完全认识了岁差。

---

① 《后汉书》卷十二第三页反面。实际上是在斗宿 $21\frac{1}{4}°$。

② 《后汉书》卷十二第四页正面。这里的"度"是中国古度。

③ 参看 Gaubil (2), p. 26。

④ 《皇清经解》卷二八九第三十四页正面；《物理通考》卷一八二第三十三页正面。

⑤ 参看 Biot (4), pp. 147, 150。

⑥ 参看 de Saussure (3), pp. 348, 352。

至于《夏小正》，则提到六宿（第四、五、六、十八、二十一、二十四宿），其中柳、尾两宿是第一次出现。人们发现[①]，这部书所提供的天文学数据与公元前四世纪中叶石申、甘德的时代是一致的[②]。《月令》记载较全，二十八宿中只缺少五宿[③]，因此年代大致相同。不过，因为能田忠亮[能田忠亮(2,4)，Nōda (2)]已根据《月令》的数据作了细致的推算，证明其中所载观测的年代只能在公元前620±200年之间，所以，虽然《夏小正》记载较少，但这很可能不是因为它的年代较早，而是由于叙述简略。由于《月令》有关于整个二十八宿体系的描述，很值得我们引证；我们可以只选一个月作为例子：

> 在秋季的第三个月（即第三个月的月初），太阳处在房宿。虚星在黄昏时上中天。柳星在黎明时上中天。[④]

---

① 参看能田忠亮（7，4），Hartner（1），Chatley（10）。

② 参看 Knobel（2）。

③ 缺的是心、箕、昴、鬼、张（第五、七、十八、二十三、二十六宿）。以某些别的星团来代替它们，例如，以弧星（大犬座、船舻座）代赤经相近的井，以建星（人马座）代南斗。

④ 英译文采自 Nōda（2）。

〈季秋之月，日在房。昏虚中，旦柳中。〉

我们在这里清楚地看到，太阳所在的不可见的宿是如何推算出来的①。

如上文所述，这两种历书已收入秦、汉时代(公元前三世纪至公元前一世纪)的《礼记》和《吕氏春秋》，如果将这两部书的其他记载考虑在内，那末，当时二十八宿是完整无缺的②。在《淮南子》③、《尔雅》④等其他西汉著作中，二十八宿也是完整的。由此看来，公元前四世纪石申和甘德进行观测的时候，整个体系似乎已经建立起来了⑤。上田穰(Ueta)曾画出《星经》以及同类书籍所提供的极距，证明世传的数据中有六宿的距星相当于公元前350年的观测。其他各宿应该是在公元

---

① 应该注意，这些历法与希腊的《帕拉贝格马塔》[*Parapegmata*, 参看 Diels (1), p. 5]是有区别的，后者只列出偕日出、偕日没。和罗马历法相似之处，见 Soothill (5), p. 64。

② 沙畹 [Chavannes (7), p. 104] 曾介绍过一面唐代铜镜，镜上有完整的二十八宿图，并附照片。图 93 就是照片的复制品。

③ 此书(卷三第二页反面)将二十八宿分为九野和寻常的五宫。

④ 《尔雅》卷九第一页正面那一节(《释天》)。

⑤ 新城新藏(3)所研究的周代青铜器铭文中有二十八宿名称，为此提供了有力证据。

200年左右经过修正的，修正人可能便是蔡邕，因为那几宿的极距和他的时代是相合的①。由此可见，从公元前十四世纪到公元前五或四世纪二十八宿体系的连续发展情况，是可能查清的，此后，它再也没有变动了。

完整的二十八宿示于图94，其中各宿的距星用小圆圈表示，其他各星用黑点表示②。

各宿距星的一般分布情况，加上它们相差悬殊的赤纬，乍看起来是令人感到奇怪的。然而不少观测者③认为，这些距星大概并不是沿着今天的赤道分布，而是分布在它们被选定时的赤道上。现在它们所形成的路线，在昴、参（第十八、二十一宿）之间穿过黄道，在南赤纬20°左右到达张、翼两宿（第二十六、二十七宿），然后在氐、心（第三、

① 关于二十八宿全部完成的时代，德莎素[de Saussure (14)]曾经列举出另外两个例证。《国语》中有一节记公元前554年的事，讲到二十八宿分为四宫；但如果认定此书是先秦著作，那是不妥当的。《史记》也引用《书经》的一段话，提到七正和二十八舍（这种叫法不常见），但在今天的《书经》里，已没有这段话了[Chavannes (1), vol. 3, p. 300]。

② 参看 de Saussure (6), p. 131, diagram; (1), p. 101。

③ 参看 de Saussure (3a), Chu Kho-Chen (1)。



图 93　唐代铜镜(公元 620 年至 900 年间),镜上有二十八宿(自外数第二圈)、八卦(第三圈)、十二兽(第四圈)及四神图(中间圆匧内)。此镜现藏美国自然史博物馆,多次见于各种名著——如《金石索》金部第六册;《西清古鉴》卷四十第四十五页等。沙畹的著作中 [Chavannes (7), pp. 104 ff.] 也有此图,并有评论。外圈有诗一首,自右侧花形记号下 (相当于时钟下午 3 时的箭头) 开始为:

长庚之英,	白虎之精。	阴阳相资,	山川效灵。
宪天之则,	法地之宁。	分列八卦,	顺考五行。
百灵无以逃其状,	万物不能遁其形。	得而宝之,	福禄来成



图 95　龙和月的象征性图案——北京北海公园九龙壁的一部分［瑙拉思（Nawrath）摄］

五宿)之间再度穿过黄道,在北赤纬 20° 左右通过壁、奎(第十三、十五宿),成为另一条曲线。如果把每 716 年移动 10° 的岁差考虑在内,画出公元前 1600 年天球赤道的大概位置(图 94 的虚线),就可以看到,会有更多个宿落在这条线上。这个年代恰好在商代以前。由此看来,昴和房[①]很接近二分点[②],星和虚很接近二至点[③],这是具有重大意义的。我们已经发现,中国最古的天文记录,即在公元前 1300 年左右的卜辞中,恰好提到了星和房。殷人既然已知道两个分、至点,因而可以断定,他们必然也知道其他两个分、至点。《书经》曾提到了所有四个点[④]。重要的是,这四个点分别落在赤道圈的四个象限点上,而赤道圈和大多数

① 在耶雷米亚斯 [Jeremias (1)] 的巴比伦恒星天图(公元前 3200 年)中,昴星团和天蝎座 α (即大火)遥遥相对,清晰可见。在其他文明古国也有令人惊奇的类似情况,例如,印度人以阿耆尼(Agni)为一年之始,墨西哥阿芝特克人以休脱库特里(Xiuhtecutli)为一年之始,这两者都是代表火神的星。

② 赤道与黄道在此处相交。

③ 在这里赤道和黄道相距最远。

④ 由于岁差在中国发现较晚,此书如属伪造,当晚于四世纪,这从汉学知识上看来是完全不可能的。雷 [Rey (1), vol. 1, p. 350] 有此怀疑,可不予理会。

宿的距星也相合。

竺可桢 [Chu Kho-Chen (1)] 为了定出与各宿距星最相合的赤道圈的年代，曾进行过一番计算，结果如下：

年　　代	部分或全部在南北赤纬10°间带形区域中的宿数
公元 1900 年	11
0	14
公元前 2300—4300 年	18—20
公元前 6600 年	15
公元前 8800 年	6

所以他在二十八宿体系建立年代的问题上，又一次被引回到公元前三千纪。但是，要承认这一点，是有很大困难的，因为所有考古学和文字学方面的证据，都说明年代不可能那样早。

前面已经指出，一颗星被选为距星是和它的赤纬无关的，这个事实使问题更加复杂化。有若干宿(如第二十一宿——参，第六宿——胃，第七宿——箕，第八宿——斗)看来和赤道圈的任何一个可能位置都不相合。选择距星时，主要是看它能否和一颗拱极星“拴”在一起，而这些圈外的星

大部分是可以做到这一点的。因此，其他各宿似乎和殷商时代的赤道圈相合，可能只不过是一种错觉；选定这些宿的年代可能晚得多，而且可能是为了其他的目的。

人们已经知道，昴和房这一对二分点到了另一时期，应该被参(第二十一宿，猎户座)和心(第五宿，天蝎座)这一对二分点所取代①。这就产生了"辰"(K 455)这一重要名词的含义问题，此字在古书中是常见的②。辰字较晚的用法已有种种不同的含义；除作为十二支的第五支以外，又可释为"时辰"的辰、日月五星的会合、吉星或凶星、以及特定的时期等。人们有时说到"三辰"，有时又说到"十二辰"。然而金璋[Hopkins (18)]认为，此字最古的写法象蝎尾或龙尾，应视之为天蝎座一部分星的图形。由此可以理解古代公羊高注《春秋》时所提出的解释③。该书④认为"大辰"

① 如图 94 所示，这一对的位置在赤经上与前一对相近。

② 参阅朱文鑫(4)，第 122 页；de Saussure (1), p. 106。

③ 《左传》昭公十七年 [Couvreur (1), vol. 3, p. 280]。

④ 《春秋》卷二十三第五页正面(昭公十七年)；公元前 524 年正是一颗彗星出现的时候。公羊注的年代，按照一般的说法，是在公元前五世纪，至少是在汉以前。参阅 Wu Khang (1), p. 6; Schlegel (5), p. 146; de Saussure (6), p. 138, (19)。

就是大火(居心宿中央)、伐(猎户座的戟,即参)和北极星[①]。我们记得,位于天蝎座的心宿,事实上就是东宫苍龙的心。我们在这里再次发现,这些古籍和字的字形,都和公元前2000年以前的天象有关。 如果说这些证据都是岁差发现之后的伪造,那是完全无法使人相信的。因此,辰的古义可能是"天上的标记点"。

因岁差而产生的变动,不免对整个二十八宿体系产生重大的影响。由于天球赤道的移位,某些曾经围绕北极的星后来不再围绕北极了。我们已经看到,中国古代用北斗斗柄的位置(或指上下,或指东西)作为季节的指标[②]。现在《星经》中仍然载有一种古老的传说,即北斗原来不是七星而是九星,不过其中两颗后来已经看不到了[③]。事

① 这就是三辰;新城[新城新藏(1),第13页]指出,十二辰是由猎户座的三颗星加上天蝎座 α(大火)、北极星和大熊座的七颗星组成的。

② 参看《夏小正》、《月令》和《史记》,特别是《淮南子》卷三第十页反面。也可参看《鹖冠子》卷五第十六页正面。后者据说是公元前四世纪的著作,但其中大多数完成于后汉[Forke (13), p. 528]。参阅 Chu Kho-Chen (8)。

③ 参看 Chu Kho-Chen (1), p. 14。

实上，如果把斗柄延长下去，便碰到牧夫座的某些星，这些星很可以认为原属于北斗。《淮南子》(公元前120年左右)有一整卷[①]全部叙述每个月的社交仪式，按照招摇所指的方位一一加以叙述。例如，招摇指寅是孟春之月，招摇指卯是仲春之月，等等[②]。因为招摇大概就是牧夫座 γ[③]，它已经在公元前1500年前后离开恒显区，所以，这部书所描述的大概是一种很古老的说法。这是另一个证据，人们在接受中国天文学起源很晚的说法时，应当慎重加以考虑。

何况，随着时间的推移，岁差会引起恒星赤经的变动，变动的大小随各恒星与两分点和分至圈的相对位置而有所不同。相邻各宿中赤经相差较小、赤纬相差较大的距星，先后次序是会逐渐改变的。二十八宿和拱极星的联系也要受到影响。因此我们认为，明亮的牵牛（天鹰座 α）是在《诗经》

① 《淮南子》卷五。

② 书中系统地列出了每月昏旦中天的宿名。

③ 参看 Chu Kho-Chen (1)，陈遵妫 (3)。这颗星的赤纬为 38°43′。不过，施古德认为它是更偏北的牧夫座 β，上田穰则认为是牧夫座 λ。但这里的论证实质上未受影响。卜爱玲 [Bulling (5)] 曾在汉武梁祠石刻上认出此星（见图 90）。

的时代与汉代之间的某一时期,被微弱的女(宝瓶座 ϵ) 代替了;同样,明亮的织女 (天琴座 α) 也给微弱的牛(摩羯座 β)让了位①,而可能曾经属于斗柄延长部分的大角(牧夫座 α),则被角(室女座 α)取而代之②。到十三世纪(即元代),出现了大家熟知的各宿互相调换的情况,当时参宿的距星(猎户座 δ)取代了前一宿即觜宿的距星(猎户座 λ)③。公元 1280 年左右郭守敬的观测表明,觜宿即将受到兼并④。 这个问题到明代全部解决了, 办法是把参宿的距星猎户座 δ 改为猎户座 ζ, 使觜宿作为一个很狭窄的宿存在下去⑤。

---

① 竺可桢 [Chu Kho-Chen (1)] 确信织女一和河鼓二也在公元前 3600 年左右发生了互相调换的情况, 巴比伦人似乎已经注意到这一点。

② 应该注意,二十八宿的次序一般自角开始。这可能由于殷商时代每年第一个望月在此宿出现 [de Saussure (15)],或由于斗柄指向此处 [Shinjō (1)]。

③ 参看 de Saussure (6), p. 172; (1), p. 142。

④ 参看 Gaubil (3), p. 107。印度的阿希其特 (Abhijit) 宿 (见后面第 187 页) 就是这样被兼并的; 参看 de Saussure (15); Renou & Filliozat (1), vol. 2, p. 721。

⑤ 从图 94 可以看出, 觜、参两宿同时存在显然是特殊情况。德莎素认为, 参宿(和心宿)之所以混入二十八宿, 是由于它很古老, 并且在成体系的天文学开始时分据二分点, 不过, 它和觜挤在一起, 且远在当时的赤道之南, 因此是完全不应当成为一宿的。这或许可以说明,中国古代天文学是由一种以上的体系融合而成的。参看 de Saussure (28); (1), p. 547; (14), p. 271。

大角在牧夫座中的位置需要进一步加以说明。它的东西两侧各有一个包括三颗星的小星群,称为"左摄提"和"右摄提"①。由于太岁纪年(见后面第554页)的第一年称为"摄提格",湛约翰等人②便把它当作梵文 *Bṛhaspati-cakra* (木星周期)的音译,但德莎素[de Saussure (11)]却比较谨慎,把它译作"摄提的格"(la Règle des Cho-t'i, 格作规律解)。大角和角(春宫即东宫苍龙的大小二角)一定在春季出现,而大角由于赤纬相当偏北,成为斗柄的一部分,因此,虽然严格地讲它并不是拱极星,但它的可见时间却很长。所以,按德莎素的说法③,"摄提的格"就是中国人注意偕日出的少数实例之一。但是,当黄道从大角附近移开时,岁差作用便破坏了这一现象在季节上的意义,因此司马迁说:"摄提无纪。"④

① 公元前一世纪的一种古代文献说:"提斗携角以接于下也"(《春秋元命苞》,见《古微书》卷七第五页反面)。这部汉代的有意义的占星、天文著作,应比过去受到更多的重视。

② 包括竺可桢[Chu Kho-Chen (1)]。他认为这个名词出自Kṛttikā,并认为其过渡形式是广东方言的 chip-thai-kak (摄提格)。

③ 参看 de Saussure (1), p. 388。

④ 《史记》卷二十六第二页反面;译文见 Chavannes (1), vol. 3, pp. 325, 345。参阅朱文鑫(5),第22页。

在这方面，应该指出“胧”字(本义是月出)来源于这样一个事实，即在汉代一年开始时月亮是从青龙[①]的两角之间升起的。胧字由“月”和“龙”这两个部首组成；美术方面最常用的题材“龙戏珠”(珠即月)，便是从这里产生的(图95)[②]。

关于观测拱极星或近拱极星以定四季的方法，还有其他一些说明见于公元800年左右的天文学手抄本[斯坦因(Stein)敦煌收藏品][③]。这个

① 参看 Chatley (5); de Saussure (1), pp. 168, 589。

② 应该注意到，这里的青龙是一宫(恒星天一个象限的全部)的标记。这一宫的范围大致相当于西方的天龙座，但恐怕只是巧合而已。无论如何，中国的“青龙”最初是和以龙首、龙尾代表月的交点、在日食时龙“吃掉太阳”的说法毫不相干的。无疑，西方称交点月为天龙月(draconitic months)即来源于此，交点月表示月球相继通过两交点所需的时间[Berry (1), p. 48]。在这方面值得注意的是，这个周期为27.2122日，五世纪的祖冲之已求出此值，正确到小数四位[参阅 Li Nien (2)]。但是，这些交点并不固定，它们每18.6年左右绕黄道一周。“龙戏珠”最初所象征的不会是交点；即使后来变成这样，也一定是受到从印度传入的想象怪物——罗睺和计都——的影响(见前面第137页)。后来那颗珠不是“月之珠”(玥)而是“日之珠”(日色朱)了，有时的确画成红色，还加上火焰。由此看来，这种象征自然是具有多重性的。参阅 de Visser (2), pp. 103 ff.。

③ 大英博物馆中的斯坦因收藏品第2729号。

抄本讲到天獄星位置的观测。可惜，“天獄”可以代表下列四颗星或星群之一：御夫座β(S 616)、昴星团(S 615)、白羊座的娄宿(S 614)和牧夫座的摄提(S 617)，但是最可能的是指最后一颗。

(3) 二十八宿的起源

织女一和河鼓二的互换，以及其他作为距星的亮星在比较紧要的地方被较暗的星所取代了的情况，在其他文明古国(例如印度)是没有出现过的。现在我们要谈到一个曾经引起许多争论的问题，即印度的“纳沙特拉”(nakshatra)和阿拉伯的“马纳吉尔”(al-manāzil，即“月站”)同中国二十八宿的关系。“纳沙特拉”是公元1807年科尔勃鲁克(Colebrooke)首先传到西方、引起西方学者注意的，现有的星名表有多种①，比约[Biot, (6)]曾对十一世纪比鲁尼(al-Bīrūnī)收集的全部资料进

---

① 例如参看 E. Burgess (1); J. Burgess (1); Brennand (1); Chu Kho-Chen (1); Whitney (1)。布伦南德(Brennand)犯了一个错误，他把它们看作是黄道带或黄道圈。关于泰国的资料，可参看 Bailly (1); 关于柬埔寨的，可参看 Faraut (1)。

行了分析。“马纳吉尔”的各种星名表见希金斯(Higgins)等人的著作。这些表确实完成于古兰经之前[①],希伯来人称之为“马札洛思”(mazzaloth)[②],他们竟把它当作古埃及人的东西[Chatley,(12)]。“月站”的伊朗译名也已经查出[③]。亚洲以外最早的有关资料是四世纪的一种希腊古抄本[④],温斯托克(Weinstock)对此已经作了分析。

中国、印度和阿拉伯等三种主要“月站”体系同出一源,这一点是几乎无可置疑的[⑤],不过来源何在却是极为古老的问题。阿拉伯的“马纳吉尔”不是竞争的对手,但其他两套则使印度学家

---

① 参看 Pellat (2, 3)。

② 参看 2 Kings, xxiii, 5。但此古本的译文正确与否,仍有问题。参阅 Schiaparelli (1), p. 215。

③ 参看 Anquetil-Duperron (2), vol. 2, p. 349。见公元1178年编成的一种波斯百科全书——《本达希生》(*Būndahišn*)。但亨宁[Henning (1)]把“纳沙特拉”从印度传入波斯的年代定为公元500年左右。

④ 大英博物馆第121号古抄本。

⑤ 除非认为每一个使用原始阴历的文明古国都需要有一套二十八宿,从而使它们各自创立自己的二十八宿体系。这种说法就天文学的角度来看是可以成立的,但从历史学和人种学着眼则很难同意。

和汉学者不断表现出包办代替的沙文主义[①]。中国二十八宿的距星有九个与相应的印度的联络星(yogatārā)相同，还有十一个虽然不同，也都在同一星座之内；只有八个不仅不同，也不在同一星座之中，其中两个就是织女一和河鼓二(可能是早期的距星)。在中国和印度，新年都从相当于室女座 α 的宿算起，并且都是以昴星团作为四象限星群之一[②]。

通常主张二十八宿起源于中国的大部分议论，竺可桢[Chu Kho-Chen (1)]已扼要地作了介绍。除中国以外，还没有别的文明古国能从四象限星群的古老记载中，一步步地把这种体系的发展追溯出来。比约[Biot (4)]所发现的“耦合”排列，在“纳沙特拉”中表现并不明显，而在赤道上宽度各不相同的二十八宿，则确实是一个个遥遥相对[③]。在印度天文学中，“纳沙特拉”并不和拱极

① 米勒(Max Müller)和韦贝尔同比约、施古德和屈纳特是互相对立的。陈遵妫[陈遵妫(5)，第89页]仍主张纯粹的中国起源说。

② 参看 Chu Kho-Chen (8)。

③ 比约注意到，有些宿(如井和斗)必须很宽，否则，就没有拱极星可和它们拴在一起。另一方面，德莎素[de Saussure (1), pp. 537, 538, 550; (14)]认为，首先应该看到“耦合”作用，“拴”是次要的。

星拴在一起，但这却是中国天文学的精髓[①]。特别有趣的是这样一个事实："纳沙特拉"的分布远比二十八宿来得分散，而且在公元前三千纪时，它们的分布距离赤道更远[②]。印度的历法按印度气候条件分一年为三至六季，并不分为四季[③]；但"纳沙特拉"却同中国的二十八宿一样，分为四宫。

无论如何，就文献记载而论，印度人的证据不多。费利奥札 [Filliozat (7, 8)] 的说法是有一定道理的，他说二十八宿在印度和中国基本上是同时出现的[④]。据我们所知，实际情况是这样：在《梨俱吠陀》(*Ṛg Veda*)的赞美诗(约公元前十四世纪，与殷墟卜辞同时)中，似乎任何一颗恒星都可以说与"纳沙特拉"有关[Keith (4)]，而后来作为

① 大部分科学史家，如达塔 [Datta (3)]、凯伊 [Kaye (4), p. 77]、布伦南德 [Brennand, p. 38]，都一致认为，恒星方位天文学并非古印度人所长，他们对日、月、五星的运动较有兴趣。他们没有任何可与石申等的《星经》比拟的著作传下来。

② 参看 de Saussure (14); (1) p. 533。德莎素有时猜想，"纳沙特拉"可能代表一种比二十八宿更古老、更原始的体系，而不是一种退化的或相似的体系。

③ 参看 Sengupta (2, 3)。

④ 实际上，他有时认为二十八宿在印度出现比在中国早，但在目前看来，这是说得太过分了。

"月站"的"纳沙特拉",却只有两个[①]见于一部分较晚的诗篇[②],这一部分诗篇被大家公认为若干世纪后的伪作[③]。不过在《阿闼婆吠陀》[④](*Atharvaveda*)和《耶柔吠陀》[⑤](*Yajurveda*)的三种校勘本中,则全部都已出现。有些人虽然把这一点当作全部"纳沙特拉"形成于公元前1000年左右的证据,但另一些人[⑥]则以为公元前800年是较妥当的最早年限。如果和中国方面的证据对比,我们就会发现,中国至迟在公元前十四世纪已经知道四个象限宿,并且有八宿见于《诗经》(公元前八、九世纪)。由于《月令》记载着二十三宿,而且此书问世于公元前850年那样早的时代,所以,中印两国最古的文献证据在年代上是不相上下的。现在我们

---

① 它们的名称与较晚的标准名不同。

② 参看 *Ṛg Veda*, X, 85, 13; Geldner (1), vol. 3, p. 269。

③ 参看 Keith (4), p. 140; (5), vol. 1, pp. 4, 25, 79。

④ 参看 *Atharvaveda*, XIX, 7; Whitney & Lanman, vol. 2, p. 906(二十八个"纳沙特拉")。

⑤ 参看 *Taittirīya Saṃhitā*, IV, 4, 10; Keith (6), p. 349(二十七个"纳沙特拉")。*Maitrāyaṇi Saṃhitā*, II, 13, 20(二十八个"纳沙特拉")。*Kāthaka Saṃhitā*, XXXIX, 13(二十七个"纳沙特拉")。

⑥ 参看 Keith (4, 5)。关于《吠陀》年代的最新研究,可参看 Renou & Filliozat (1), vol. 1, pp. 270 ff., 310。

无需就两国较晚的记载作进一步的探索，但值得注意的是，直到《历数书》(*Siddhāntas*)时代(约五世纪)，距星和联络星还大不相同。因此可以认为，这两种体系是在古代分别发展起来的，不过到了较晚的时期，中印两国文化接触大为增加，才发生了某种程度的联系①。

但是，这三种体系肯定没有共同来源吗？大约五十年以前，奥尔登贝格在一篇重要论文[Oldenberg (2)]中提出一种说法，他认为巴比伦有一种原始型"白道"(lunar zodiac)为亚洲各民族所普遍接受，这三种体系都是从这种白道发展起来的②。记得前面③已经提到，贝措尔德[Bezold (1)]曾用楔形文的记载与司马迁所记载的古代传说进行比较，从而发现巴比伦与中国在五星占验方面有一致之处，这一点颇引人深思④。

---

① 这种见解是费利奥札博士在私人通信中向我谈到的(1951年9月1日)。

② 这一点使德莎素[de Saussure (14), p. 252; (1), p. 528]的见解有所改变。

③ 本书第二卷第十四章第一节。

④ 艾约瑟[Edkins (8)]、博尔[Boll (3)]及基思[Keith (4)]都支持二十八宿来自巴比伦的说法，韦贝尔[Weber (1)]及惠特尼[Whitney (1, 2)]倾向于此。竺可桢[Chu Kho-Chen (8)]也有这种看法。

洪迈尔(F. Hommel)曾试图证明楔形文中所记载的就是"月站"。他认为巴比伦人有二十四个"月站"，其中可以定出十六颗距星。这二十四个"月站"与中国二十八宿相合的只有三个，与印度"纳沙特拉"相合的则有十个；因此，其间的关系并不很明显①。但是，要从这样古老的材料中查出距星是否相同，也实在未免期望过高。除此以外，我们还有一些完全不同的根据可以认为，有可能从巴比伦的天文学中找到上述三种"月站"体系的共同来源。至于尼尼微(Nineveh)的亚述巴尼帕王(King Assurbanipal，即 Ashur-bāni-apli，公元前 668—626 年)藏书室中保存的一批楔形文泥板，亚述学家早已有所了解，不过按内容来说当属于公元前二千纪晚期②。泥板上绘有一种星图③，三个同心圆各由十二条半径截成十二段，形成三十六个区域，上面标有星座名称和一些数字，其确切意义还无法解释④。图 96 是上述泥板之

① 这正是蒂博[Thibaut (1)]所急于指出的。

② 参看 Neugebauer (1); Boll (5), p. 55。

③ 这种星图常被错误地称为"星盘"。

④ 这些数字按照算术级数增减，它们确实是和一种简单的十二月历有关的。

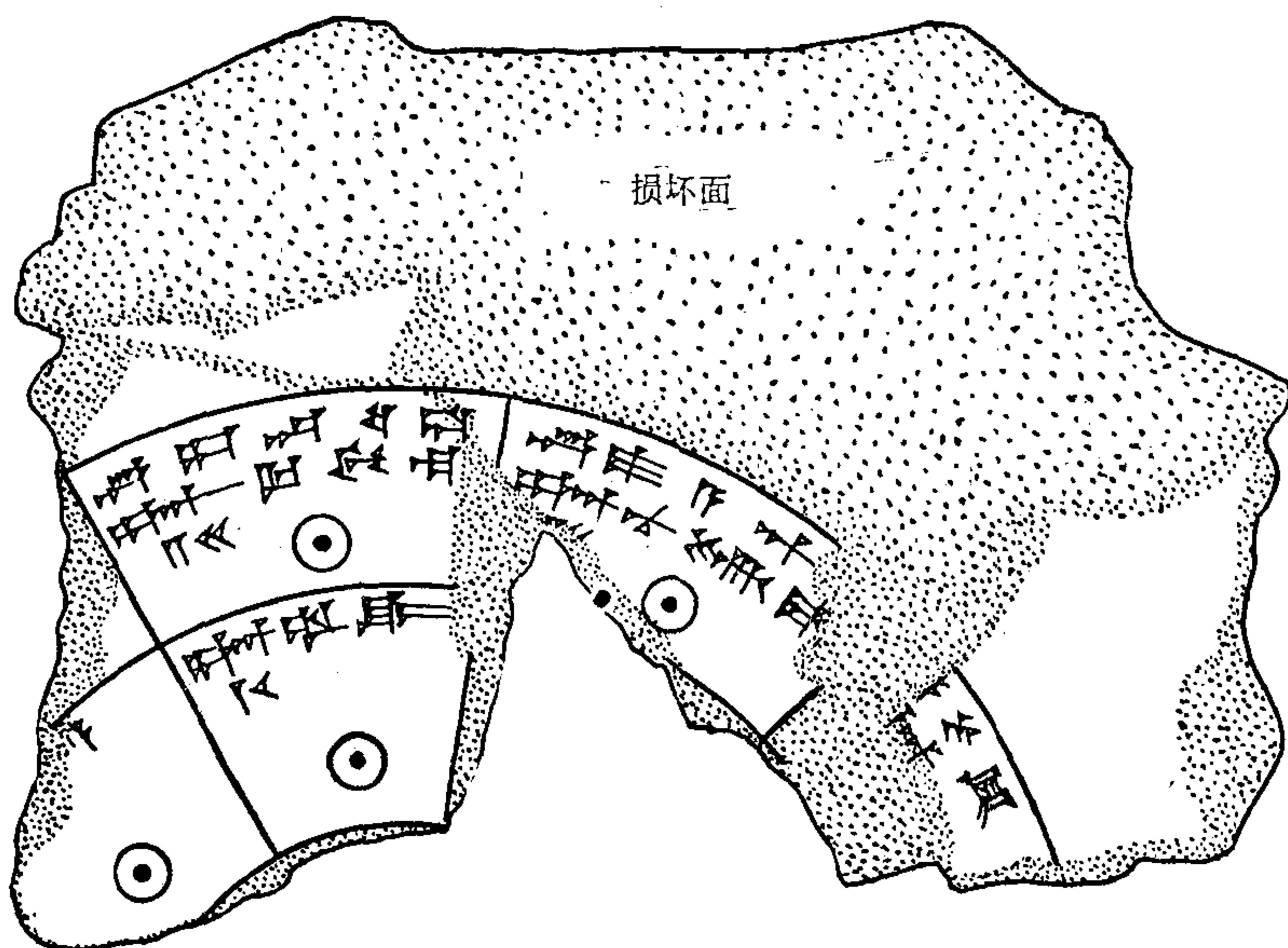


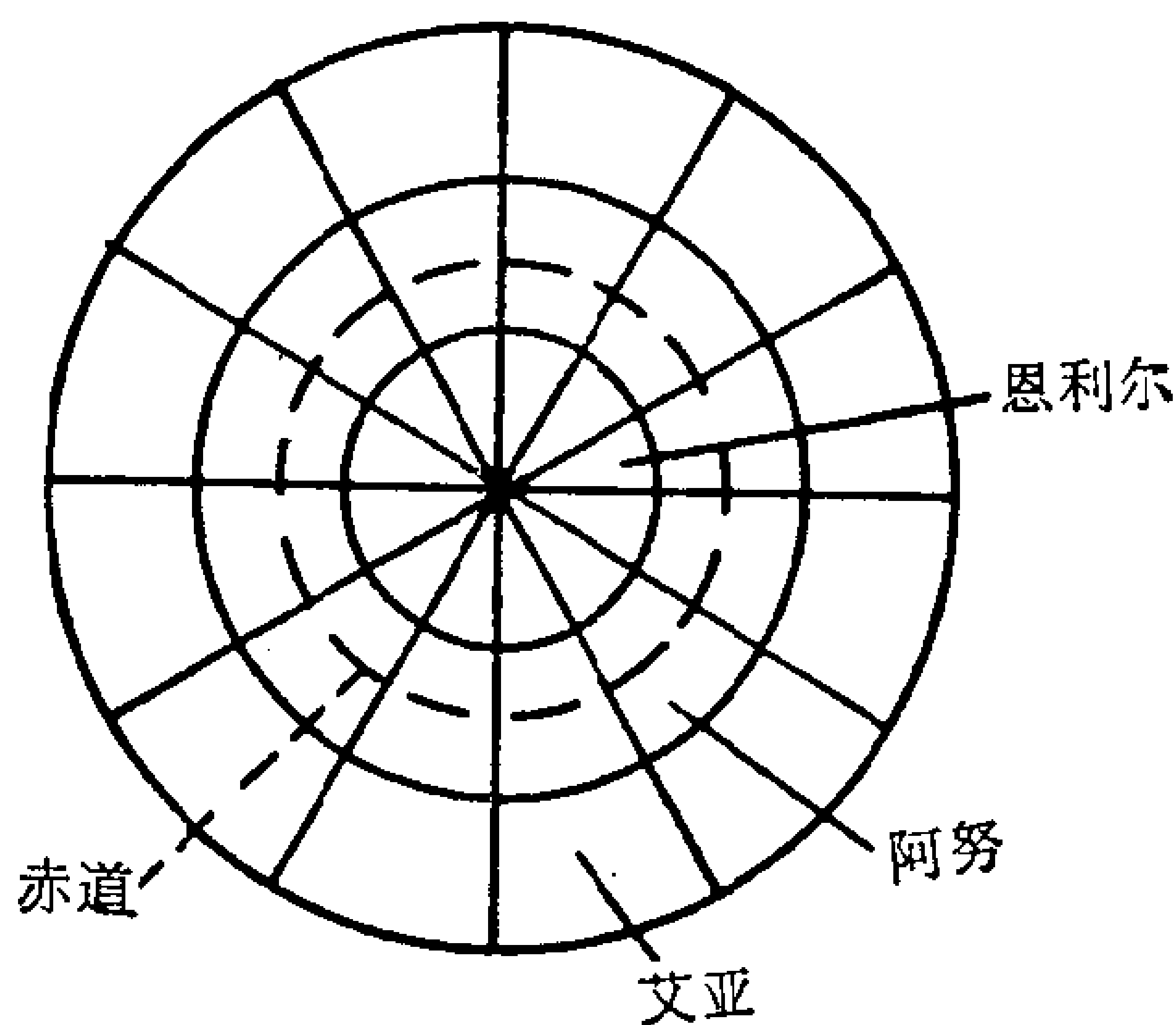
图 96　巴比伦平面球形星图（约公元前 1200 年）
的一部分，采自 Budge (3)

一①。关于这些图，近年来作了一些复原和解释工作，已经清楚得多了②。我们把它们看作是表示拱极星及其相应"月站"的原始平面球形星图，难道不可以吗？

① 参看 Budge (3) ed., *Cuneiform Texts from Babylonian Tablets*, 1912, vol. 33, plates 11, 12, and p. 6。博赞克特和塞斯 (Bosanquet & Sayce) 的著作有比较详细的介绍。

② 参看 van der Waerden (2); Weidner (1), p. 62, 76; A. Schott。艾斯勒 [Eisler (1), pp. 83, 84] 有翻印的图。

最近所作的研究似乎支持这一看法。带有“平面球形星图”的泥板是属于现在称为“艾努玛（或艾亚）、阿努、恩利尔”①组［“Enuma (or Ea) Anu Enlil” series］一类的。这一类包含占星术占辞7000条，编成时间相当于殷代，即公元前1400年至1000年②。星图有“三环”③（“three roads”），每环十二颗星，依其偕日出的时间每月



① 这三者是埃拉姆（Elam）、阿卡德（Akkad）和阿穆鲁（Amurru）的神。

② 这是贝措尔德［Bezold（1）］从泥板中选出的，借以和较晚的中国占星术作比较。魏德纳［Weidner（2）］有详细介绍。

③ 沃尔登［van der Waerden（2）］已证明，迟至公元362年，朱利安皇帝(Emperor Julian)在《*Oratio ad Solem*》中还提到“三路”。但以后便成为“迦勒底”的神秘教条，不复是希腊的传说了。

一星。中间一环[①]（赤道带）称为阿努的星；外侧一环是赤道以南的星群（艾亚的星）；内侧一环，是北天和北极区星群（恩利尔的星）。在这个时期以后，平面球形星图不复可见，不过在“穆尔阿宾”组（“Mul-Apin” series，约公元前700年）[②]的泥板上，它们是被经过修正并大有改进的星表所取代了。所以，十八个星群想来是可以永远同时看到的。这些古代记载从未提到黄道带或黄道星座；关于黄道，最早有文献可查的，始于公元前420年之后[③]。另一方面，公元前二、三世纪塞琉古王朝的巴比伦楔形文古籍却非常突出黄道带，并且完全使用黄道座标。最后，古巴比伦的三十六星群和埃及的旬度星（decans）以及其中给黄道星座设宫的十二

---

① 宽约30°。

② 如此称呼，是因为三组星名中有一组从（穆尔）阿宾“星”开始。所谓阿宾“星”，是由仙女座 γ 和三角座诸星组成的星座。中国人也称此星群为“天大将军”（S 550），因为它在萧杀的季节（即秋季）与日偕没。总而言之，欧洲的星座名［见 van der Waerden (2)］似较中国更近于巴比伦。最好的介绍见 Bezold, Kopff & Boll (1); Weidner (3)。

③ 参看 Rehm (1)。关于全部情节，也可参看 Neugebauer (9), pp. 14, 94 ff., 133。

颗星，均已混淆不清了。所以人们简直可以这样想，东亚的赤道"月站"是在公元前一千纪中期以前（大概是很久以前）起源于古巴比伦天文学的。

在这一方面有一项颇有意义的事实，这就是《周髀算经》[①] 有一张图很像巴比伦的平面球形星图（虽然迄今无人注意）。图中同心的六"间"[②]环绕北极，六间又由七"衡"截开，恰似古代的"三环"每环各加一倍。这张图称为《七衡图》，注释者说原图作青色，附有黄色的黄道[③]。图旁的文字对太阳在一年内不同季节通过各间的运动作了说明，并加了一些关于各间直径、周天长度（里）的简单计算[④]。这简直是古巴比伦（公元前约1400年）

① 《周髀算经》卷上第十七页正面。

② 此名很恰当，因为"间"字原作"閒"，原来的象形文字是月和门组成的（K 191），意思是中间的空间。此字当由光线自门外射入引申而来。后来写作"间"，即把月换成日。

③ 这个图很可能对铜镜背面的花纹有一些影响。《金石索》所录的一面唐镜图案示于图 93［参阅 Chavannes（7）］。可以对比各种黄道平面球形星图：希腊-埃及的图见 Boll（1），pl.VI，复制图见 Eisler（1），pl. IX；日本的图见 Boll, Bezold & Gundel（1b），fig. 34，复制图见 Eisler（1），pl. IX。

④ 参看 Maspero（3），p. 345，马伯乐把这些东西列成图表。

希尔普莱希特泥板 (Hilprecht tablet)① 的再现。说明文字以日影长度表（二至除外）和有关月行的问题作为结束，这影长表又是古巴比伦泥板的重现②。我们在这里应当想到，《周髀》所描述的乃是一种最古老的古代宇宙学说③。另一件值得注意的事，是北京天坛和祈年殿至今还保存着三层的圆台，似乎有意象征艾亚、阿努、恩利尔的"三环"。主祭的皇帝在台上所占的位置自然是中央的极的位置。假如中国的赤道天文学（即使是部分）确实是从古巴比伦赤道天文学发展起来的，那末，这种线索正是我们所希望找到的。

古波斯无疑是向中印两国传播巴比伦思想的中继站之一。于贝尔 [Huber (2)] 曾在中国佛经中查到一些波斯占星术名词。但二十八宿在伊朗究竟古老到什么程度，重要到什么程度，仍有可疑之处。德莎素 [de Saussure (19)] 告诉我们，他在介绍中国的二十八宿体系时，来自伊朗学家的反

---

① 参看 Neugebauer (9), p. 94。

② 参看 Weidner (3)。

③ 参看前面第 92 页。这部书中较古老的部分可能和孔丘同时代（公元前六世纪）。哈特纳 (Hartner) 博士同意这种见解。

应多于来自亚述学家的反应；他断言说[1]，古波斯（至少从公元前几世纪开始）也同样把天空划分成四个赤道宫和一个中央宫，并有同样数目的赤道分区和四象限星群。德涉素[de Saussure (20, 21)]已能够从波斯的这种体系推出阿拉伯的“马纳吉尔”体系，并说明希伯来的表示方法的某些方面[2]。

前面已经提到，古埃及有许多种“月站”名称表。使人感觉奇怪的是，在欧洲直到中世纪，还有关于那些名称表的谣传。据施泰因施奈德[Steinschneider (1, 2)]报道，有许多晚期拉丁文手稿讲到二十八宿[3]，但这些手稿的内容还未经充分研究。不过，这种传播（似乎是通过阿拉伯文）对于西方的根深蒂固的黄道观点并未发生影响。反之，我们知道[4]，有关印度“纳沙特拉”的故

---

① 参看 de Saussure (17, 19, 20, 21, 24); Chatley (12)。但费利奥札 [Filliozat (7)] 不同意这种观点。

② 颜色的象征，如《圣经》的《以西结书》、《撒加利亚书》和《启示录》所载（上天启示的四马），显然和中国、伊朗用来与五宫、四方相配的颜色有关。

③ 例如 *Capitulum cognitionis mansionis* (sic) *lunae*, Paris (Bib. Nat.), 9335, f. 140, 141。

④ 参看 Eberhard (12), p. 211; Yampolsky (1)。

事，至少是它的名称表，自隋以后（也许早至三世纪）就已经以佛经的形式译成中文①。我们还知

① 其中有一些是值得注意的。最早的显然是 *Śārdūlakarṇāvadāna Sūtra*，约在 220 年由竺律炎和支谦译成《摩登伽经》（TW 1300）。新城新藏怀疑它不是纯粹的印度著作，因为其中有一些观测肯定是在北纬 43° 进行的。艾伯华甚至找到种种理由，把全部经文定为晚至八世纪的作品。公元 300 年左右，同一著作又由竺法护译为《舍头谏太子二十八宿经》（TW 1301），但此书现存本也可能是唐代的。这两种译本都有"纳沙特拉"名称表。我们不必认为这些梵文著作（或部分梵文著作）全部来自印度。如隋时（公元566—585 年）或隋以前由那连提那舍（Narendrayaśas）译为《大方等大集经》（TW 397）的 *Mahāvaipulyamahā-saṃnipāta Sūtra*，其中有许多突厥历资料（如十二肖兽等），大概是全部在新疆写成的。《大藏经》中的第四种，即书名很长的《文殊师利菩萨及诸仙所说吉凶时日善恶宿曜经》（有时简称《宿曜经》），译于 759 年，译者是不空和尚（Amoghavajra，前面第 74 页已提到过），764 年杨景风注（TW 1299），此书仅列出二十七个"纳沙特拉"，这是当时印度所有的宿数。书中还列出七曜日，附有七曜的梵文、康居文、波斯文名称，并告诉中国读者说：如果不记得七曜日的名称，"当问胡（康居人）及波斯并五天竺人总知。"［参阅 Bagchi (1), p.171; Chavannes & Pelliot (1), p. 172］关于七曜之精在佛画（如敦煌壁画）中的表现，可参阅 Meister (1)。无论这些书出自何处，它们总是有一个时期以梵文的形式存在，不过某些天文学古籍可能是直接从康居文译为汉文，而不是从梵文译出的（见前面第 78 页）。其中最重要的，或者是金俱吒译于公元 806 年后不久的《七曜攘灾诀》（TW 1308）。金俱吒似乎在译本中加入了中国材料，但是不管书名如何，此书的天文学内容多于占星术。书中有五星历表（见后面第 536 页），有"纳沙特拉"的黄道宽度，当然也有康居七曜日表。这一切虽然在中古科学文化交流问题上能引起人们的兴趣，但与古代二十八宿起源问题则毫无关系。

道[①]，希腊十二宫的符号自六世纪以后已经进入中国佛教经籍，有时译成相应的中国名称[②]，有时以不可理解的梵文音译形式出现[③]，儒家的天文学家一定是把它们当作一种佛教的咒语而抹杀了。

从此以后，过了一千多年，当耶稣会传教士到达中国时，他们把中国的二十八宿体系的性质完全理解错了[④]。中国人很早便有年岁和赤道的十二分法[⑤]，这种划分法以二十八宿和五宫为基础，含包十二个不等的部分[⑥]。耶稣会传教士把这些不等的部分误认为是被歪曲了的希腊黄道十二宫，加之，环境对他们有利[⑦]，因而引起一次

① 参看 Chavannes (7), pp. 37 ff.; Eberhard (12), p. 256。

② 例如《七曜攘灾诀》(TW 1308); TW 397, 1299, 1312。

③ 例如《大方等大集经》(TW 397)。

④ 参看 de Saussure (1), pp. 181, 513; (16 d), pp. 336, 339。现代耶稣会传教士，如裴化行 [Bernard-Maître (1)]，完全承认这一点。

⑤ 参看后面第 550 页。

⑥ 有人想把“纳沙特拉”和西方采用黄道的做法联系起来，但总是不能令人信服 [如 Weinstock (1); Gibson (1)]，这就是原因之一。

⑦ 特别是由于康熙皇帝当时(公元 1669 年)希望摆脱摄政者的监护 [可参阅 du Halde (1), vol. 3, p. 285]。他利用耶稣会传教士所谓的中国历法错误，在即位后照例改年号时进行了一次历法改革。参阅后面第 659 页和第 666 页那一节。

不必要的改历，沉重地打击了古代的二十八宿体系①。

(4) 天极和极星

天极在中国天文学中所具有的重要意义，前面已经搞清楚了。但是，岁差对天极位置起着重要的作用，使它以黄极为中心作大的圆周运动。现在的天极自然是和现代天文学的极星——小熊座 α（即勾阵一，亦称天皇大帝②）极其接近，但大约 11000 年之后，它将移到"轨道"的另一端，即北赤纬 45° 左右天琴座织女一附近。因此，可以说，在公元前 3000 年的时候，它应该是处在北赤纬 64° 和赤经 14 时左右的位置上。这里我们发现一个最有趣的事实，即沿着天极自那时起所经过的路线，所有带有中国名称的星都在不同时期充当

---

① 德莎素 [de Saussure (16 d)] 写道："南怀仁神父指责钦天少监未能按照真黄道运动来确定中国天文学始终用平赤道运动表示的是什么东西。"但是，耶稣会传教士竟胜利了，真正的中国天文学被抛入了垃圾堆。一直到最近一百年内，对它的认真研究才使它复活起来。

② 关于中国星名的含义，参阅前面第 154 页表 25。

过极星，只是后来不再是极星了。德莎素[de Saussure (13)]、马伯乐[①] 和竺可桢 [Chu Kho-Chen (1)]曾特别注意这个问题。看来，这些事实和马伯乐[Maspero (15)]最后过低估计中国天文学的古老程度是无法调和的，因为在中国的天空中，假如没有极星先后相承的事实，我们便很难指望沿天极的轨道能找到一串被放弃的极星，而且在拱极区的任何其他地方也找不到[②]。当然，不能由此得出结论说，中国的天文学观测可追溯到公元前3000年，因为有些星名可能是直接从巴比伦那里接受过来的——但是这一点并未得到证实。

我们从图97可以看出一些情况[③]。按照中国星图，在今天的极星周围半径为15°的地方，围着两条由恒星组成的“藩”墙，也就是所谓“紫微垣”——这是用皇宫作比喻的。东藩包括天龙座 ι，θ，η，ζ，ϕ，仙王座 χ，γ[④]，仙后座21诸

---

① 参看 de Saussure (3), p. 323。

② 参看 Zinner (1), p. 217。

③ 参看能田忠亮(4)，第104页。

④ 这是施古德的考证；陈遵妫(3)以天龙座 52ν 替代天龙座 ϕ，以天龙座73替代仙王座 χ，以仙王座 33π 替代仙王座 γ。

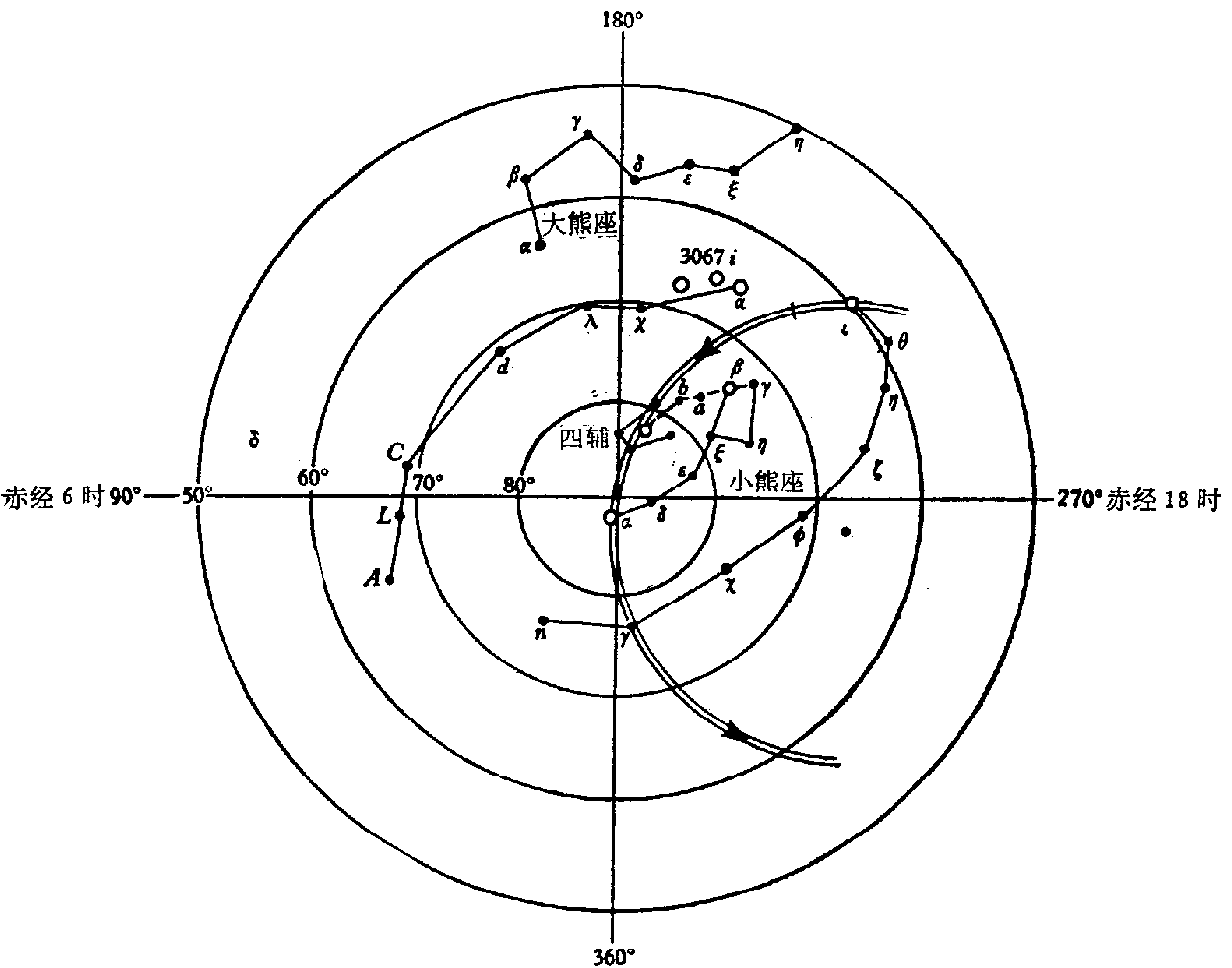


图 97 表明天球赤极移动路线的极投影及古代极星图

星①。西藩包括天龙座 α, χ, λ, 小熊座 d 2106, 鹿豹座43,9,1H[1] 诸星②。重要的是,我们发现两条藩墙的"北"端之间有个空处("紫宫门"或"阊阖门"),在空处一侧的最后一星称为"左枢",另一侧最后一星称为"右枢"。公元前3000年左右,天极的位置恰在两枢之间③。

不仅如此,在近处还另有两颗星,从名称看来,它们很可能是过去的极星。西藩以外(紧靠西藩),有天乙(已证明是天龙座 3067 i)和太乙④(可能是天龙座 42 或 184);这两颗星在十三世纪的平面球形星图(图 106)上都可看到。它们是五等小星,可能分别是公元前二千纪初期和晚期的极星。它们虽然不在天极轨道附近,但也不比天帝

---

① 施古德在此处列出另一星,即旧驯鹿座 n,作为最后一星。

② 施古德以 924 C, 1316 L, 579 A 替代上列最后三星[这三个星是陈遵妫(3)列的]。陈遵妫用天龙座 5 κ,而不用天龙座 χ。

③ 希腊人似乎以这两颗星作为极星的"钉"[Zinner (1), p. 22]。

④ 要考证这些星是有困难的;关于这个问题,可参阅上面刚刚列举的主要资料。上田穰认为这两颗星分别是天龙座 χ 和天龙座 4。关于太乙,可参看钱宝琮(4)。那是汉代一位重要天神的住所[见 Waley (23), p. 24]。

星(小熊座β)更远；天帝星大概是公元前1000年时的极星。

在中国天文学家看来，小熊座并不是一个星座，和西方天文观测者所画的（见图97）有所不同。公元前四世纪石申及其同时代人挑选出一连串恒星来代替小熊座；他的北极星座从小熊座γ（太子，恰在前一极星，即其父之下）开始；其次是方才提到的天帝星①；再其次是一颗小星，叫作庶子，即小熊座a 3233②；然后是另一颗小星，叫作正妃或后宫，即小熊座b 3162③；最后是第三颗小星，叫作天枢或纽星，即鹿豹座4339④，位置几乎恰在天极的轨道上。这颗星被称为“四辅”⑤的四颗小星(中国人看作围墙)三面包围。这一定是汉

① 应当说，马伯乐［Maspero (3)］虽承认天帝星名称威武古老，但对它曾否起过极星作用表示怀疑。

② 或为A或5。

③ 或为b或4。

④ 或为32^2H。

⑤ 据施古德［Schlegel (5)］考证，这些星是32 H, 207 B, 223 B及鹿豹座133 xiii^{h}Piazzi星。陈遵妫(3)则认为是鹿豹座29 H, 30 H及天龙座1 H。这些星可以看作是在苏州天文图(图106)的极区以内。巫咸的断简残编肯定它们当时是在极星周围，参看《开元占经》卷六十九第一页反面。

时的极星[①]。小熊座其他各星，连同围绕天皇大帝（小熊座 α）的三颗小星[②]（正如四辅围绕天枢）一起，统称为钩陈（或勾阵）。“勾阵”一名，马伯乐［Maspero (3)］译为“弯曲的阵”（Curved array）；但恰特莱［Chatley (1)］译为“角形布阵者”（Angular arranger）似乎较妥，因为天空中各宿正是围绕着这里布列的[③]。

由于这些星没有一颗恰好处在天极的轨道上，我们应当想到，古代天文学家必须相当努力，才能把天极定得准确一些。根据我们的了解，最早提出这个问题的解决办法的是《周髀算经》[④]里讲到极星“四游”的一段话。当时曾通过一种称为“璇玑”的仪器（大概是装在样板上的窥管）[⑤]观

① 欧多克苏斯和伊巴谷对极星的考证显然是不明确的；但后者说，此星和另外两小星形成一个三角形［Zinner (1), p. 86］，所以它很可能就是汉时的极星。

② 这些星已被证明是小熊座 ζ，ε，δ，6B，以及 Piazzi vi^h 21（鹿豹座 46?）和仙王座 323 B。

③ 在恒星考证方面，作者对于比尔和哈斯（J. Haas）两博士的协助铭感不已。

④ 《周髀算经》卷下第二页反面［译文见 E. Biot (4), p. 623］。关于这一节，过去多被曲解。

⑤ 参看后面第 393 页。

测“北极中大星”，并曾测量过它向四周移动的距离①。随着时间的消逝，汉代的极星位移愈来愈大：三世纪末陈卓还以它为极星②；但到了五世纪，祖暅之发现它已离开真天极一度多③。到了邵谔的时候（十二世纪），距离已经是$4\frac{1}{2}$度④。与邵谔同时的哲学家朱熹，完全知道在当时真天极的位置上是没有星的。

比朱熹早一个世纪的沈括利用窥管测定真天极的记事，是相当有趣的：

> 汉代以前，人们认为北极星是在天的中央，所以称它为极星。祖暅之用窥管观察，发现天空中确实不动的点是在离极星一度稍多之处。熙宁年间（公元1068—1077年），我奉皇帝的命令掌管历法处。于是，我就用窥管试图找到真正的北极。第一夜我就发现，通过窥管所能看到的星不一会就移出视野。因此，

---

① 《周髀》的作者一定知道石申的极星，但他可能发现小熊座β星等较高，较易观测。

② 《晋书》卷十一第七页反面。

③ 《隋书》卷十九第二十八页正面。

④ 《宋史》卷四十八第二十页正面。

我感到窥管太小，于是我逐步扩大窥管。经过三个月的试验,我把它调好了,结果,极星只在视野内移动而不消失。用这个方法，我发现极星离真正的天极约三度余。我们经常画出视野图，绘出该星自进入视野时起在入夜后、午夜和黎明前的位置。二百幅这样的图表明,'极星'确实是一颗拱极星。在我向皇帝提出的详细报告中,曾说明了这一点。①

〈汉以前皆以北辰居天中，故谓之"极星"。自祖亘以玑衡考验，天极不动处，乃在极星之末，犹一度有余。熙宁中，予受诏典领历官，杂考星历，以玑衡求极星。初夜在窥管中，少时复出，以此知窥管小，不能容极星游转，乃稍稍展窥管候之，凡历三月，极星方游于窥管之内，常见不隐。然后知天极不动处，远极星犹三度有余。每极星入窥管，别画为一图。图为一圆规，乃画极星于规中。具初夜、中夜、后夜所见各图之，凡为二百余图、极星方常循圆规之内，夜夜不差。予于《熙宁历奏议》中叙之甚详。〉

---

① 《梦溪笔谈》卷七第十一则，由作者译成英文，借助于 Maspero（4），p. 295。参看胡道静（1），上册，第 296 页那一节。

关于沈括的测量，人们可能愿意多了解一些，以便确定他所用的仪器的稳定度究竟如何。有趣的是，此后不久，欧洲也作了同样的观测。霍姆斯(U. T. Holmes) 曾注意到一本公元1250年左右的法文科学问答——《西德拉》(*Sydrac*)，书中有下面一段话：

> 除了那颗给海上或陆上的人们指引方向的"基乌尔"星(Guioure)以外，所有的星都和天穹一道转动，……但当天穹倾侧时"基乌尔"有一次改变了一个枢轴的尺寸，……它以磨盘楔子的方式在那里转动①。

磨盘钉或磨盘楔子的比喻可能使沈括很满意。放弃汉时的极星而采用小熊座 α，终于成为必要的了，不过直到明末似乎并未实行。

为了对以上关于拱极星的叙述给予具体说明，并使读者对沈括通过窥管可能看到的情况有一大致的概念，这里复制了一幅记录天极附近恒星运动的照片（图 98）②。如果沈括有照相机的

① 《西德拉》科学问答第 210 问之 ii。

② 参看 Berry (1)。

话，他也会拍下同样的照片的。1687年罗伯特·胡克（Robert Hooke）曾建议使用求极望远镜；这种望远镜的接目镜附有带若干同心圆的玻璃片，这样就便于观测在天极最近处作周日运动的恒星①。

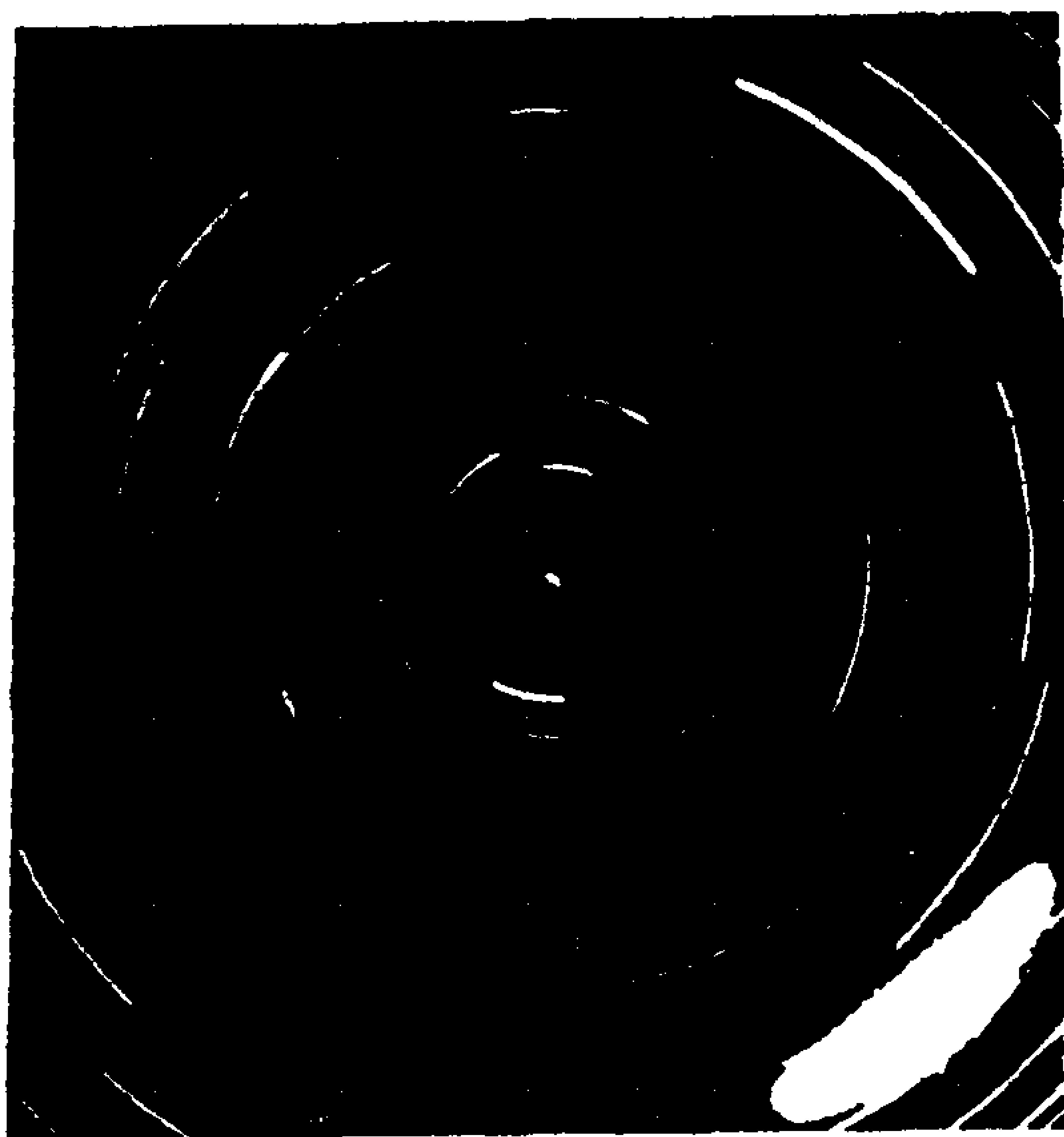


图98　表示拱极星绕极转动的长时间曝光照片，1925年摄。右下角的白色痕迹是北极星造成的［耶基斯（Yerkes）天文台摄，复制品见 Pruett（1）］

① 参看 Derham（1）；Gunther（1），vol. 7, p. 704。

六、恒星的命名、编表和制图

(1) 星表和恒星的座标

关于公元前四世纪大天文学家石申、甘德、巫咸的工作，本章[1]已在文献概述中提到；他们的佚书书名，也已一一列举过了。这些著作，梁代（六世纪）还见于著录，但梁以后便不复见了。不过各书所包含的星表，已在四世纪时由天文学家陈卓汇编在一起，加了注释，并根据它们绘成星图[2]。到了公元424年至453年之间，另一位天文学家钱乐之，绘成了一种经过改进的星图，他用不同的颜色标出三位古代观测家所测定的星：石申的用红色，甘德的用黑色，巫咸的用白色[3]。正如马伯乐［Maspero (3)］所说，这样做不是出于对科学史有任何特殊兴趣，而是由于相信三人的占验方法不同，必须知道所用的属于哪一种体

① 参看前面第63页。

② 《晋书》卷十一第七页反面。

③ 唐时改为黄色。

系①。直到瞿昙悉达汇编《开元占经》时(公元715年前后),这些星图(至少是第二种)依然留存。《开元占经》是一本至今尚存的著作,它和各种版本的《星经》②一起,为我们提供了公元前四世纪以来天文观测的完整资料。那种传统的有色星图直到公元1220年还没有散佚,我们从落第书生徐子仪的轶事中可以看到这一点,徐子仪的故事大概属于那个年代③。此外,钱乐之的着色星图还有一种手抄本(约公元940年),直至今天还完整无缺④(见图99及图100)。

① 这些颜色虽与观测到的星的颜色无关,中国人还是把这些特征详细地记录下来了;例如,《晋书》卷十一第七页反面那一节和卷十二第四页正面那一节[译文见 Ho Ping-Yü (1)]关于星座的细致描述便是如此。在中国人之前,巴比伦人也是如此[Boll & Bezold (1); Boll (5), pp. 45 ff.]。阿拉伯星表把星的颜色单独列为一行[胡安·维内(Juan Vernet)教授私人通信]。

② 参看前面第65页。

③ 《四朝闻见录》卷一第二十三页反面。

④ 这是斯坦因收集的敦煌手抄本,现在藏于大英博物馆,号码为第3326号。翟林奈[L. Giles (5)]虽曾提及此书,但其巨大的天文学意义,至今尚无人指出。各宿均以集中在赤道上的圆柱正形投影绘出,类似麦卡托(Mercator)法。中间夹杂着说明文字,画卷一端是以北极为中心的星图。这张图很有意义,是我和友人陈士骧教授共同发现的。其年代大概与阿卜德·拉赫曼·伊本·乌玛尔·苏非('Abd al-Rāhman ibn 'Umar al-Sufī)[公元903—986年,参阅 Suter (1), no. 138]写的《恒星之书》[*Kitāb Suwar al-Kawakib*, 参阅 Winter (6)]中的星图同时,但此书抄本最早不超过公元1010年。星表本身的年代为公元964年[Destombes (2)]。

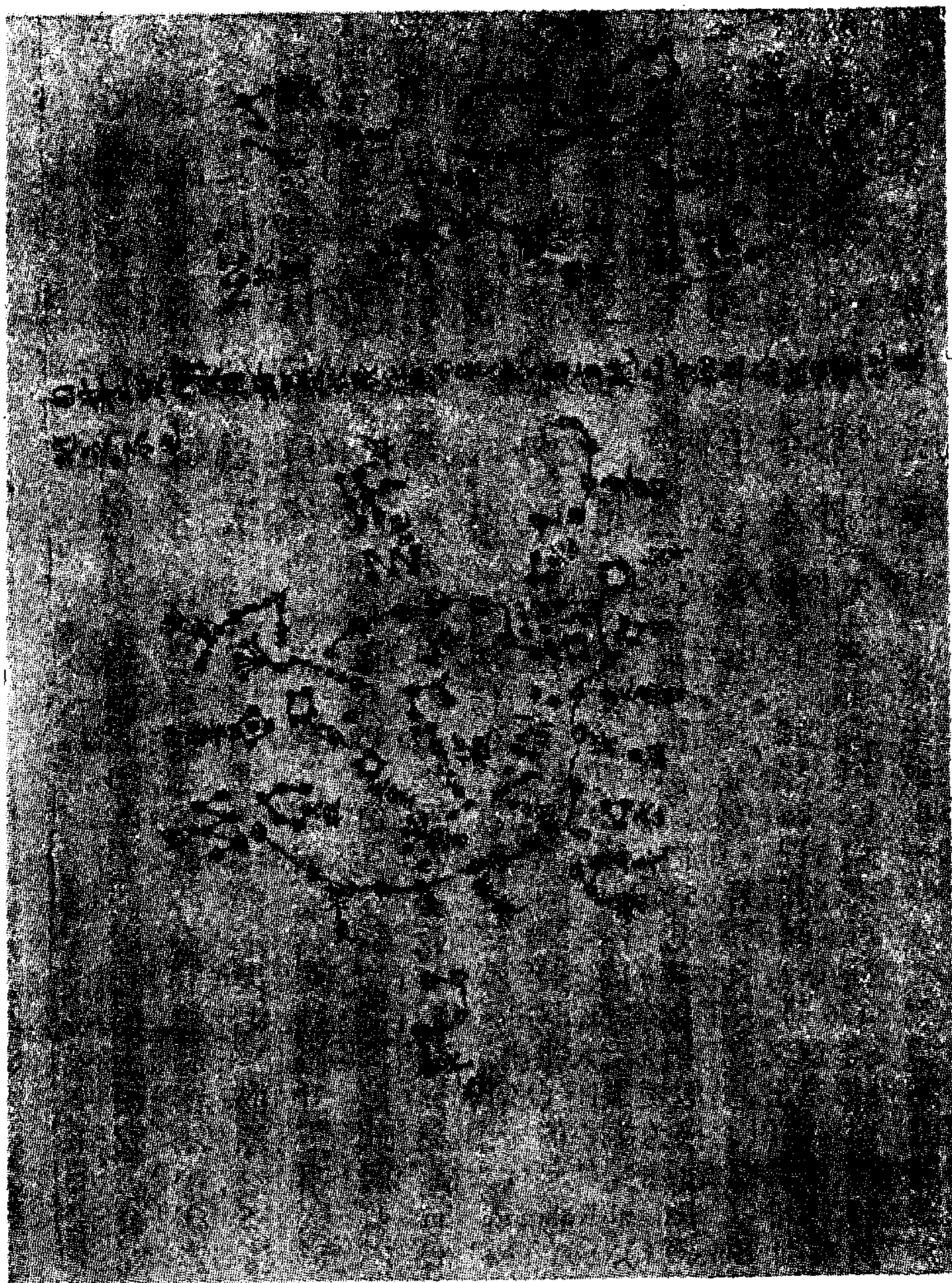


图99 敦煌星图手抄本,约公元940年(大英博物馆斯坦因收藏品第3326号)。左边表示紫微垣和大熊座的极投影。右边是麦卡托式投影图,自斗宿十二度至女宿七度,包括人马座和摩羯座中的中国星座。图中的星按照古代方位天文学三学派的传统,分别画成白、黑、黄三色

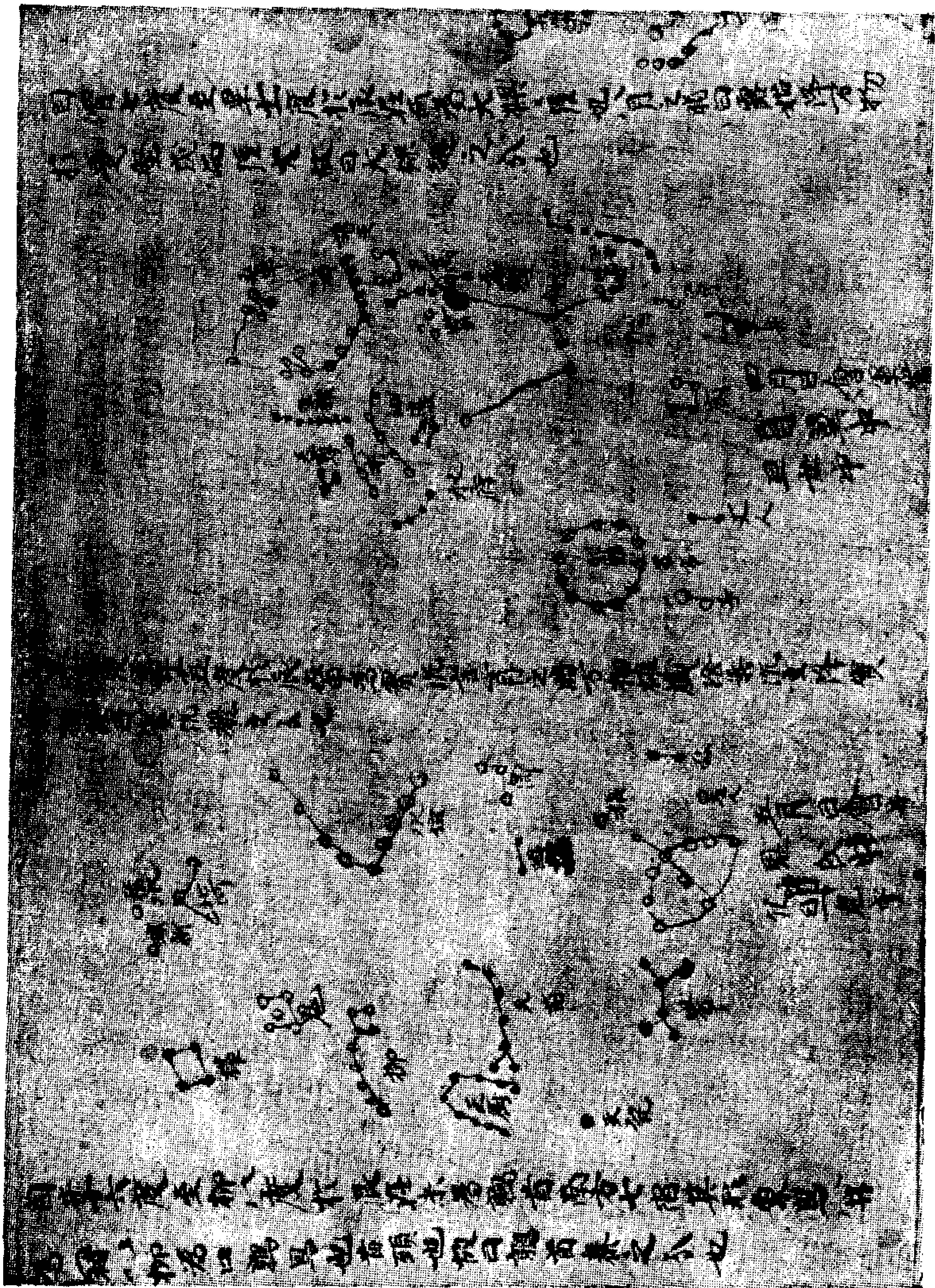


图100　敦煌星图手抄本，约公元940年；这是两个区域的麦卡托式投影图。右边自毕宿十二度至井宿十五度，包括猎户座、大犬座、天兔座；左边自井宿十六度至柳宿八度，包括小犬座、巨蟹座及长蛇座

关于星图的来历,《隋书》[①]的记载如下:

张衡所铸的星图在汉末变乱时散佚了,图中所示的星名、星座名称及详细说明也未保存下来。但是,三国时,吴国太史令陈卓按照甘德、石申和巫咸三派星学家的意见,首先于310年构制了一幅恒星和星座图,并附有占星学评注的说明[②]。图中共有二百五十四星座、一千二百八十三恒星和二十八宿,另外还有一百八十二辅星,总共二百八十三星座[③]和一千五百六十五恒星[④]。后来在南北朝刘宋元嘉年间(424—453年),太史令钱乐之铸了一个铜的浑天仪(即天球仪),用红、黑和白三色的标识来区别三派天文学家,每种的总数都与阵卓的名单相符。后来在隋代初年,高祖(第一代皇帝)征服陈时,俘获了他们

① 《隋书》卷十九第二页,由作者译成英文。

② 陈卓在这方面的某些著作的名称,如《四方宿》、《天官星占》等,一直流传至今(《隋书》卷三十四第十五页反面,第十六页正面)。

③ 似为二百八十二之误,但《晋书》卷十一第七页反面也列为二百八十三。

④ 似为一千四百六十五之误。

的天文学专家周墳和从刘宋时代传下来的仪器。于是他命令庾季才等对北周、齐、梁、陈各朝代以及从前祖暅之、孙僧化等人所藏官方和私家旧星图的大小和准确性进行校对。这样做的目的是按照三派的星位构制半球面星图。

〈而衡所铸之图遇乱堙灭，星官名数，今亦不存。三国时，吴太史令陈卓始立甘氏、石氏、巫咸三家星官，著于图录，并注占赞，总有二百五十四官、一千二百八十三星，并二十八宿及辅官附坐一百八十二星，总二百八十三官、一千五百六十五星。宋元嘉中，太史令钱乐之所铸浑天铜仪，以朱、黑、白三色用殊三家，而合陈卓之数。高祖平陈，得善天官者周墳，并得宋氏渾仪之器。乃命庾季才等参校周、齐、梁、陈及祖暅、孙僧化官私旧图，刊其大小，正彼疏密，依准三家星位，以为盖图。〉

我们所看到的显然是一种颇为悠久而且持续不断的天文制图传统。现在，这些古星表所载恒星共1464颗，分为284个星座（名为官或座）[①]，细目如

① 甘德和巫咸星表的星数少于石申，并不意味着他们两人原来的星表所包含的星较少，只不过是石申的表以他自己的星为核心，又加入了甘德、巫咸表中为石申表所无的星。

表 26　各种古星表中恒星数目的统计

	座　数	星　数	座　数	星　数
石申				
中，即赤道以北	64	270	——	——
外，即赤道以南	30	257	——	——
二十八宿	28	282	——	——
"赤星"总数	——	——	122	809
甘德				
中	76	281	——	——
外	42	230	——	——
"黑星"总数	——	——	118	511
巫咸				
中，外，"白星"或"黄星"总数①	——	——	44	144
	——	——	**284**	**1464**

表 26 所示。除此以外，古书中当然还有其他一些数字。公元 130 年左右马续说，已命名并绘入图中的共 118 官，包括恒星 783 颗②。和他同时的张衡则在《灵宪》中写道：

① 吴其昌（1）有一篇专论，以考证三种古星表所包含的恒星为主题。

② 《前汉书》卷二十六第一页正面；《晋书》卷十一第七页正面。马续是《前汉书·天文志》的作者。

赤道南北共有经常辉耀发光的星一百二十四群。有三百二十星是有自己的名字的。总共有二千五百颗星，但不包括海员们所观察到的那些星①。微弱的星共有一万一千五百二十。所有的星都对人世的命运有影响。②

〈中外之官，常明者百有二十四，可名者三百二十，为星二千五百，而海人之占未存焉。微星之数，盖万一千五百二十。庶物蠢蠢，咸得系命。〉

张衡的星图究竟有些什么东西，我们可从这段话得知一二，但是它们是平面的还是球面的，我们还是无法确定。

权威天文学家对中国古星表所进行的研究，

① 乍看起来，这好象是一种奇谈。人们一般很难想象当时中国文化和航海有多大关系。这里也许是指古代濒海之国——齐国地区——的占星家而言。但我们以后（第二十九章）将提出证据，证明在张衡的时代，中国使臣和商人惯于经由海路前往东南亚各国，并常乘坐那些国家的船只。马来亚和印度的水手无疑具有他们自己的天文学传统。关于这一点，有趣的是，《开元占经》（约公元720年）经常引用《海中占》（失传已久）的内容（如卷三十第三页正面、卷七十一第九页）。这似乎和印度人有关。

② 《玉函山房辑佚书》卷七十六第四页正面，由作者译成英文。参阅《晋书》卷十一第七页反面。参看前面第106页和后面第428页。

以上田穰[上田穰(1), Ueta(1)]为最彻底[①]。在所有这些古星表里,数据都是以同样方式列出的,即:(1)星群名称;(2)所包括的星数;(3)与相邻各星群相对的位置;(4)距星或主星以度数(当然是中国古度)计的测量数据。测量数据通常包括:(甲)主星的时角,自所在宿的起点量起;(乙)主星的极距。甲项与赤经相当,例如[②],东咸星座[③]最南一星的数据是“入心二度”(进入心宿起点二度)。乙项是赤纬的余角,例如上例中那颗星的另一数据,是“去极一百三度”(距离北极103度)[④]。

在所有古星表中,只有《开元占经》另加了:(丙)天球纬度。仍以上面那颗星为例,原书说,那

---

① 上田穰所引用的资料,除了前面第65页那一节提到的主要资料外,还有现在已经成为断简残编保存在日本的某些罕见的著作。其中有一种是《天文要录》,系公元664年前后李凤所作;另一种是《天地瑞祥志》,系公元666年前后守真和尚所作。对于上田穰的研究,能田忠亮(5)曾作过评介。

② 《开元占经》卷六十五第十五页反面。

③ 即蛇夫座 χ, ψ, ω 及天蝎座24(S 634)。

④ 除《星经》的星表外,北极距的测量也见于其他书籍,例如《周髀算经》卷下第六页正面。

颗星“在黄道内二度”(位于黄道以北二度)。这一讲法很有意义，需要稍加解释。

让我们再把在名词、术语定义一节[1]讲过的再强调一下。图 101 表明天球座标的三大类型。自从文艺复兴以来，特别是自从第谷[2]以来，近代天文学已经广泛采用了赤道座标，使用赤经、赤纬[图 101 (1)，赤经及 δ]。中国古代天文学也是如此，北极距就是赤纬的余角，自各宿起点[图 101 (1)，用赤道上的横线标明]起算的度数则相当于赤经。由此看来，在用恒星时圈和赤道作为两个必要的基本大圆这一点上，中国古代天文学是和近代天文学完全一致的。另一方面，古希腊和欧洲中世纪天文学家则用黄道和黄经圈作为两个基本大圆，用黄经[图 101 (3)的 λ]和黄纬[图 101 (3)的 β]表示恒星的位置。因此，我们可以把《开元占经》在中国正统座标上附加的东西，看作是通过瞿昙悉达的编纂工作流入中国的一小部分典型的希腊天文学。瞿昙这个人即使不是出生于印度，也和

---

① 参看前面第 18，23 页。

② 参看后面第 406，494 页关于浑仪的叙述。

印度有密切关系[①]。看来希腊天文学在中国并未产生什么影响，中国人在恒星方位方面照旧使用赤道座标[②]。天球座标的第三种类型，即颇具阿拉伯特色的平经[图101(2)]和平纬[图101(2)的 h]体系，这种座标缺点很大，只能用于地面上的特定地点(平经自观测者的南点起)，在中国从未见用过[③]。这种座标系与星盘[④]有特殊关系，但

① 印度天文学家并不用希腊黄道座标[参阅 E. Burgess (1), pp. 52, 202 ff.; Brennand (1), p. 42]，而是用一种特殊办法，德朗布尔[Delambre (1), pp. 400 ff.]称之为"伪黄经"和"伪黄纬"。他们从黄道量到赤极，而不是量到黄极[参阅 Kaye (4), p. 8]。然而，这不是他们自己的发明。福格特[H. Vogt (1)]已经证明，从伊巴谷星表保留下来的471项球面座标测量，其中64项是赤纬，67项是赤经，340项是恒星时圈与黄道相交而成的黄道弧。因此，这一体系可以追溯到新巴比伦黄道天文学传到希腊的时代，但当时古巴比伦赤道天文学仍保持其重要性(公元前四世纪至公元前二世纪)。关于希腊对印度天文学的影响，自然也有争论[参阅 Das (2)]，不过，看来影响是肯定有的，这里的实例就是希腊影响的一个明证。诺伊格鲍尔[Neugebauer (9), p. 178]还举出了别的例子。不要以为巴比伦的一切影响都是通过希腊进行的，应当把波斯文化也考虑在内。

② 参看后面第473页。

③ 关于这三种体系的较为详细的解释，可以参看 R. Wolf (1), vol. 1, pp. 400, 437; Woolard (1)。

④ 参看后面第483页。

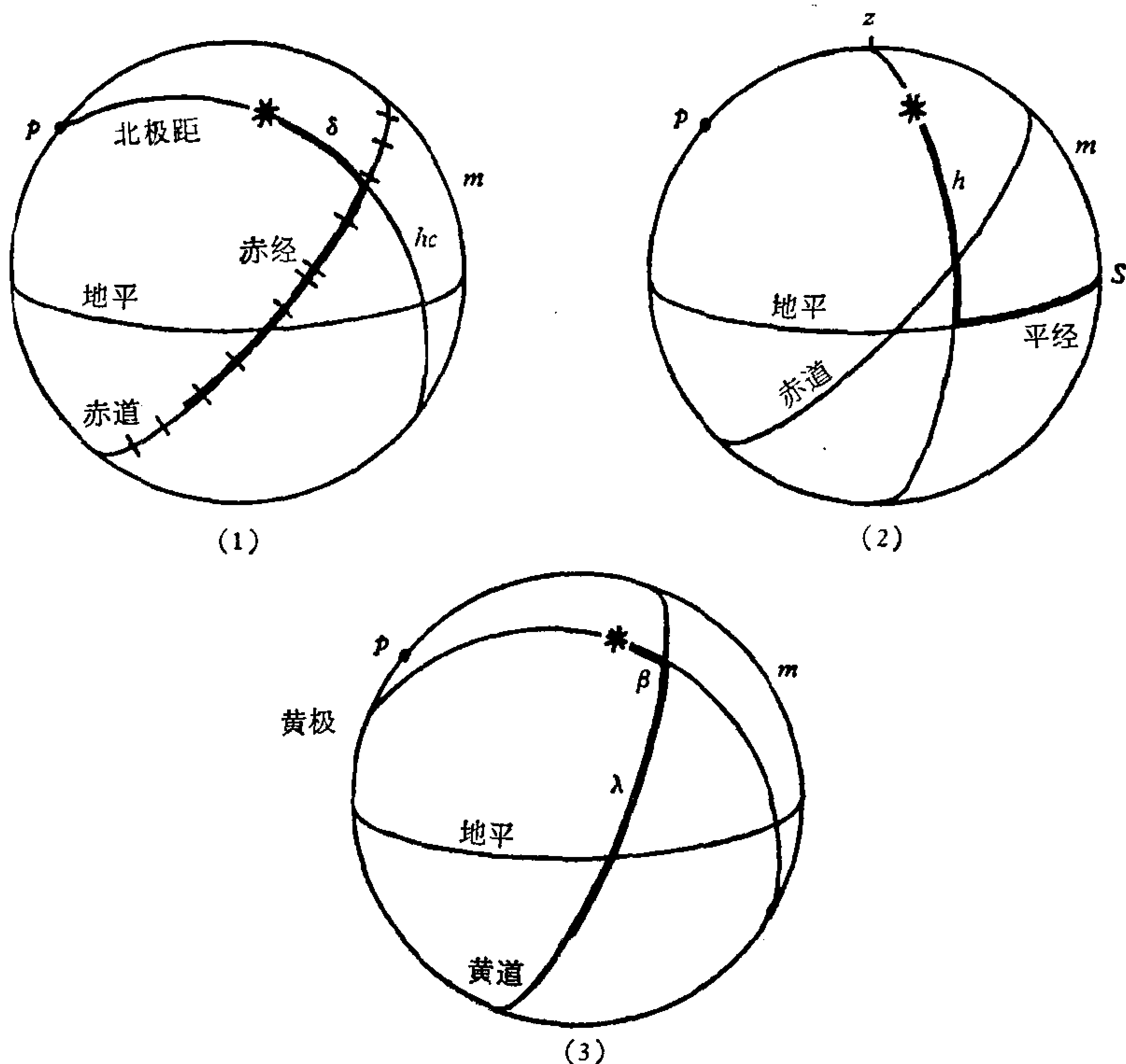


图 101 三种主要天球座标的图解

从未发现有中国制的星盘。

现在我们再回来研究上田穰对这些古星表的分析。他的重大贡献之一在于阐明了古代观测的准确度。古书中除列出整数度数以外，还使用其他各种术语。他发现，那些术语系指一度的若干分之几，如下表所示。

度	1度
弱	较所列度数少1/8度
半	半度
少	1/4度
强	1/8度
少强	5/16度
半弱	3/8度
半强	5/8度
太	3/4度
小弱	3/16度

后来，上田穰作了一种尝试，用古星表所列的北极距来确定各次观测的历元，并为各恒星群找出最近似的天极位置。由此可以定出观测的年代①。这些结果示于表27。这证明《星经》和《开元占经》等书所保存的若干测量数据，事实上可追溯到石申和甘德的时代，不过其他数据大概是在东汉末期重新进行的测量。这个结论是很重要的，因为它解决了一个问题，即用度数表示的数据是始于公元前四世纪，还是后世抄录者后加的问题。但是，如果战国时天文学家确已使用这种比较准确的方式来表达他们的观测结果，那末，他们为取

① 关于伊巴谷星表的观测年代，可参阅贡德尔的同类著作[Gundel (3), pp. 131, 148]。

表 27 各星表中恒星的可能观测年代（根据上田穰）

	可能观测年代
二十八宿	
六宿（角、心、房、箕、张，可能也有斗）	公元前 350 年
其他十七宿	公元 200 年
二宿（亢、参）缺北极距数据	——
三宿（氐、柳、星）脱离正轨	——
北天球六十二星	
二十七星	公元前 350 年
十三星	公元 180 年
六星（缺北极距数据）	——
四星	公元 150 年
不确定	
南天球三十星	
十星	公元前 350 年
十六星	公元 200 年
四星脱离正轨	——

得这样的观测结果，似乎不可能不借助于带照准器的浑仪；因此，马伯乐［Maspero (4)］关于公元前一世纪以前这类仪器尚未出现的断言，似应加以修正①。

① 参看后面第 408 页。但作最后判断似乎过早，因为关于距星的测量，席泽宗 (3) 已作了新的计算，他所得到的结果是公元 125 年左右，即东汉张衡的时代。当然，这并未推翻石申及其同时代人曾进行另外一些测量的看法。

尽管大多数科学史家都有忽视东亚科学技术贡献的特点①,但无论如何,我们可以看出,彼得斯和诺贝尔 [Peters & Knobel (1)] 说托勒密的星表直到第谷时代“实际上是全世界关于恒星方位的唯一资料来源”[十五世纪兀鲁伯 (Ulūgh Beg) 的星表除外]②, 是完全没有什么道理的。把中国星表和伊巴谷、托勒密的星表③ 对照来看,是非常有意思的;后者不仅年代较晚(伊巴谷星表年代约为公元前 134 年), 所载的恒星也少三分之一, 因为《天文集成》中记明方位(黄道座标)的恒星全部只有 1028 个④。 天球大约有 41000“平方度”, 或

---

① 宋君荣 [Gaubil (2), p. 44; (3), p. 148] 关于《晋书》的评语,误人匪浅,致使塞迪约 [Sédillot (2), pp. 587, 617] 断言中国在公元 1050 年以前没有恒星座标表。

② 参看 Knobel (3)。此外,有许多根据原始观测编制的阿拉伯星表,它们的年代可追溯至九世纪;参看 Destombes (2, 3, 4)。

③ 关于伊巴谷星表和托勒密星表之间的关系,天文学史家曾有争论。有些人认定后者只是重复伊巴谷的数据,加上岁差的修正 [例如 Berry (1), p. 68], 另一些人则认为托勒密曾亲自进行过观测 [Dreyer (1)]。

④ 据博尔 [Boll (2)] 说, 伊巴谷的星表中只有 850 颗星。欧洲人直至 1602 年还在怀疑恒星数目是否真正能超出 1022 个 [Thorndike (6)]。

相当于208000个"月面"的空间。古代天文学家记载的恒星数目，最多为14020个(张衡的估计，见前面第217页)，大概相当于每一平方度一颗星，或每五个"月面"一颗星。有趣的是，一般目力所能看到的最暗的星大概是在6—7等之间，因而实际上肉眼看得到的星不会超过14300颗，也许只略为超过10000颗[1]。周、汉之间中国人在方位天文学方面的工作应在科学史上占有远为重要的地位，这是毫无疑问的。

现代世界通用的天球座标系基本上是中国式的，而不是希腊式的，这一点似乎也值得强调。不久我们讲到天文仪器时，将有机会探讨一下，为什么欧洲天文学家在第谷时代放弃了希腊黄道座标，而采用了赤道座标。中国人始终使用赤道座标，的确可能有不利之处；岁差在中国发现较迟，可能正是由于中国使用了这种恒星座标的缘故。在希腊，岁差是伊巴谷在公元前二世纪发现的，即和欧洲第一部星表同时。伊巴谷把他对某些恒星的观测结果同铁木查里斯和阿里斯提鲁斯

① 参看 Spencer-Jones (1), p. 293。

(Aristyllus)大约在150年前的观测作了比较，发现各恒星与二分点的距离已有改变。如果他只是测定那些星在赤道上的位置，距离的改变便不会那样明显[①]。中国的数据与赤经相当，它们所表示的是一宿之内的位置，而不是同二分点或白羊宫起点的距离，这一事实的确掩盖了距离的改变。使虞喜发现了岁差的，只是二分点和二至点本身的缓慢移动而已。

但是，当中国天文学家对黄道及其附近的恒星方位予以注意时，他们便发现了一些新奇有趣的事情。公元1718年，哈雷(Edmund Halley)曾发现"恒星"有它自己的运动[②]。他在用自己测得的昴宿五、大角和天狼星的位置同托勒密的数据作比较时，发现它们似乎在缓缓向南移动，这种移动显然和岁差所引起的东西向视移动无关。这种"自行"虽然最多也不过相当于岁差(每年50.26″)的十至五十分之一，但是已从几千个恒星得到验证。

① 关于这一点，我应感谢施特拉滕教授的指教。参看前面第69页及后面第432页。

② 参看 Grant (1), p. 554; Spencer-Jones (1), pp. 297 ff.; O. Thomas (1), pp. 448 ff.。

自行最快的是巴纳氏星(Barnard's star,即 Munich 15040),它每年移动 10.25″,大约有一百颗恒星每年移动在 1″ 以上①。现在的问题是哈雷的发现是否未曾被僧一行在大约一千年以前占了先②。如前面所述,一行曾经接触到希腊-印度天文学③,并于公元 725 年与梁令瓒合作制成附有黄道窥管的浑仪④。唐代史书在提供了这些细节之后,对于后来的恒星方位观测,叙述得相当详细⑤,说到它们与古星表和旧图⑥ 如何不同等等。一行在十余次这样的事例中,发现一种以黄道为准的南北向运动,正和后来哈雷所发现的相同。例如,金牛座的一个星群,古时在黄道以南 4 度⑦,现在一行发现

---

① 参看 Becker (1), p. 225; Spencer-Jones (1), p. 299.

② 最近陈遵妫 (5) 和席泽宗 (3) 曾论及这一问题。

③ 参看前面第 73 页。

④ 参看后面第 417 页。

⑤ 《旧唐书》卷三十五第四页那一节,尤其是第五页反面;《新唐书》卷三十一第三页反面那一节,尤其是第四页反面。

⑥ 这应当是指《星经》及同类古籍。这里无疑是指出有星图存在。

⑦ 这里的"度"是中国古度。

它正在黄道上①。一行自己写道②:"古历星度及汉落下闳等所测,其星距远近不同,然二十八宿之体不异。"然而书中所列出的差别太大,有一个竟相差到5度;不过,这些数据也可能是被太史局抄写吏抄错了,把分变成了度③。在这一问题上,情况

① 关于这些观测,有几个值得提供一些细节。建星(S 161),七颗星在人马座,古测在黄道以北 1/2 度,当时在黄道以北 $4\frac{1}{2}$ 度。天关(S 496),两颗星在金牛座,古测在黄道以南 4 度,当时恰在黄道上。天尊(S 601),三颗星在双子座,古测靠近黄道,稍偏北,当时恰在黄道上。虚梁(S 100),四颗星在宝瓶座,古测在黄道以南,当时在黄道以北 4 度。最后,长垣(S 376),四颗星在狮子座,古测恰在黄道上,当时在黄道以北 5 度。一行的观测记录都用星群名,但指的大都是它们的距星。

② 记载在《大衍历术》中,见《新唐书》卷二十七上第十六页正面。

③ 比尔博士热情地代为从标准星表中查出上列二十颗恒星的自行速度。虽然这些恒星的自行速度大部分不超过每年 0.05″,但却有三颗(宝瓶座 κ, 狮子座 k, 狮子座 XI. 12)在平均速度以上——属于每年 0.137″ 的一级,这相当于每 1100 年移动 2.5′。一行似未达到第谷(假定)1 弧分的准确度,不过可能达到 2 或 3 弧分;中国中古代天文学家所提供的数值往往准确到 1/16 度或 4 弧分以下。由此可见,不能完全排除他确实看到某种移动的可能性。人们也注意到另一件怪事:即上述实例中,没有一颗是最靠近我们的、自行应该是很快的星[见 Allen (1), pp. 205 ff.],也没有一颗最亮的星[见 Allen (1), pp. 209 ff.],有些最亮的星自行速度是相当快的。一行所举出的大部分是暗星,其中虽没有肉眼和窥管看不到的星,但差不多半数已接近能见度的边缘(5.5 等)。关于这个问题,我们很感谢比尔博士的指导。

对唐代天文学家有些不利，因为从落下闳时期算起，相隔仅850年，从石申时算起也只有1100年，而从托勒密到哈雷则已相隔1500年。但是，一行观测到真实的自行现象还是可信的，同时很明显，他的头脑对于恒星可能有种种运动[1]这一点是完全没有怀疑的[2]（这可能是更重要的一点）。

(2) 恒星的命名

第二个问题是：中国和欧洲对星群和星座的认识有何种程度的相似？后面我们将看到，答案是：相似之处很少。不但在象征性命名方面可找到相似之点的星座非常少，并且就是同一星群，也没有被看成同样的形状。欧洲的一个星座，在中国星图上常被分成几个不同的星群。例如长蛇座这一星座，便包括张、星、柳三宿，以及其他八个命名含义与欧洲不同的星群。我们可以根据乌

① 这就是说，他承认古代前辈的观测是可靠的，而不曾简单地认为他是在用最新方法校正前人的数据。

② 这同当时西方天文学家相信固体天球说正好成鲜明的对照，天球说是不允许有什么自行的。

邹[①] (Houzeau) 的书列成一表（表 28），来说明西方的星座是怎样逐渐增加起来的。现在我们可用这个表和中国星图的相当部分作一对比。从表 29 可以看到，只有三个黄道星座和七个黄道外星座

表 28 西方星座逐渐增加的情况（根据乌邹）

近代天文学国际公认的星座（或球面四边形区划）[Delporte (1, 2)]			星座数
二 世 纪，托勒密（公元 138 年）：	黄道星座	12	
	其他[②]	39	
		51	51
五 世 纪，普罗克卢斯（Proclus，后发座）			1
十七世纪，凯泽尔及拜尔（Keyser & Bayer，1603 年）		11	
	普兰基乌斯（Plancius，1605 年）	1	
	巴尔奇（Bartsch，1624 年）	2	
	哈布雷希特（Habrecht，1628 年）	1	
	罗亚（Royer，1679 年）	1	
	黑维利乌斯（Hevelius，1690 年）	7	
		23	23
十八世纪，拉卡耶（La Caille，1752 年）			14
			89

① 参看 Houzeau (1)，p. 820。

② 包括由南船座分裂成的三个星座以及原来相当于一个星座的长蛇座和巨蛇座。

的东、西方名称有相似之处。这三个黄道星座是：摩羯座（牛宿）、狮子座（轩辕，黄龙体①，与积水相连）和天蝎座（房、心、尾）。七个黄道外星座是：御夫座（五车）②、牧夫座（原有战斗的含义）（玄戈③，邻近诸星的命名也属于军事方面）、大犬座（天狼）④、南冕座（鳖⑤——仅在轮廓上看法相似）、北冕座（贯索⑥——同上）、猎户座（参，都比作人）和大熊座（北斗）。这一对比简直不能给人留下深刻的印象，它使人强烈地感觉到，中国星座的命名与西方完全无关。南方[Minakata (1)]说得对，中国星座的命名有一种明显的特点，即缺少与海洋有关的名称，因为和鲸鱼、海豚、巨蟹等相当的名称，在中国星座中是一个也没有的。另一

① S 93。

② S 716。

③ S 96。

④ S 509。提到一行测定这个恒星的座标时，宋君荣 [Gaubil (2), p. 86]说："基督降生后 725 年，一行在中国测天狼星纬度，成绩胜于当时其他各国天文学家；比起若干世纪以来他的先辈的测量，也有过之无不及。对于一行，这绝对不是过分赞誉之辞。"

⑤ S 284。

⑥ S 188。

方面，由于农业封建性质在中国古代文明中占压倒优势，因而产生了一整套以人间的统治等级制为蓝本的星名。

施古德急于想证明中国天文学是一切天文学的来源，他曾极力在中西星名当中搜寻互相对应之点。然而他的议论大部分似乎都很牵强附会。例如，他在研究箕宿[①]时发现，某些古书说“箕”是制作矢箙的木名；因为箕宿的星包括人马座 γ，δ 和 ϵ，他便认为，这可作为他的论点的左证。天乳星的名称也有类似情况，他发现中国称室女座附近的星为天乳[②]，但实际上那是巨蛇座 ω[③]，已被天秤座把它和室女座隔开[④]。有时，他指出的相似性比较明显一些，例如宝瓶座主要区域[⑤]和附近天垒城[⑥]（属显微镜座）的一些带有军事意义的星名（将军、军、死囚等）。实际上，德帕拉韦（de Paravey）还在施古德之前就已指出，这些星和登

① 参看 Schlegel (5), p. 661。

② S 453。

③ 陈遵妫 (3) 认为是巨蛇座 32 μ。

④ 参看 Schlegel (5), p. 655。

⑤ 参看 Schlegel (5), p. 667。

⑥ S 516。

德拉星图（*Denderah planisphere*）的埃及旬度星（decan stars）显然有相似之处。对于白羊座，埃及和中国再次表现出相互接近的地方：位于白羊座的娄宿在《星经》中又称为天狱①,而在埃及星图中，那里是一个被铁链锁着的人②。目前，我们有了比较正确和比较广泛的情况了解，在埃及学家、亚述学家和伊朗学家的合作下重新研究这些问题，也许可以证明施古德的某些比较是正确的；但无论如何，读者的印象是，对于这种问题，他的文章牵强附会的地方太多，特别是在他认为有可能互相符合的时候。看来，像艾约瑟［Edkins (7)］那样，作出下列结论是比较妥当的：总的说来，中国星座的命名体系是在相对隔绝的情况下独立发

---

① S 614。

② 参看 Schlegel (5), p. 672。凯利（D. H. Kelley）先生曾提醒我们，另一中西符合的情况是英仙座 β（Algol）的名称。这颗星在中国称为积尸，四周是英仙座的其他星，形成一个称为大陵的星座（S 350, 650）。Algol 就是 Al-gūl，词义是死神，但这只是阿拉伯人对蛇发女怪的头[1] 所作的解释［见 Ideler (2), p. 88］。

1）蛇发女怪是希腊神话中的怪物，人们看到她的头，就会立即化为石头。——译者

展起来的。

贝措尔德[Bezold (1)]的严谨论断[1]也是如此，他曾说过，这并不排除公元前六世纪以前有一部分巴比伦占星知识传入中国的可能。前面我们已看到[2]，发生这种情况是可能的。另一方面这也不会妨碍另一想法，即某些基本概念，例如星图上导致产生二十八宿的“环”、圭表的使用、对天极和二分点位置的认识等，早在一千年前已经传入了。

表29最后两行所列的是直到十七、十八两世纪欧洲人才认识和命名的星座。这些星群都在南天球，包括南天拱极星在内。人们往往假定，在耶稣会传教士把欧洲天文学发现传入中国以前，中国人对南天球的星群是一无所知的[3]。然而中国对南天球的恒星和星座的了解过程[4]，史书中是有记载的。例如，《旧唐书》[5]说：

---

① 叶兹[Yetts (5), p. 135]及赵元任(1)均同意此种论断。

② 参看本书第二卷第十四章第一节。

③ 施古德曾这样说过，参看 Schlegel (5), p. 553。

④ 参看本书第二十九章第六节(航海方面)。

⑤ 《旧唐书》卷三十五第六页；由作者译成英文。参看《唐会要》卷四十二第七五五页；《通鉴纲目》卷四十三第五十一页反面；*TH*, p. 1407。

表 29　中西星座间的关系

	西方星座总数	包括宿的星座数	仅包括若干中国恒星或星群（二十八宿以外）的星座数	所包括的宿数	所包括的其他中国重要恒星及星群数	星座名称在象征意义上的相似性				
						无	很可疑	可疑	星座的区域如酌量扩大或缩小则可认为有	有
二世纪，托勒密：										
黄道星座	12	11	1	$17\frac{1}{2}$	146	5	1	3	0	3
黄道外星座	36	7	29	$10\frac{1}{2}$	290	21	1	3	4	7
				28						
五世纪	1	0	1	0	6	1	—	—	—	—
					442					
十七世纪	23	0	23	0	50	23	—	—	—	—
十八世纪	14	0	7	0	7	14	—	—	—	—

开元十二年（公元724年）八月间，曾派出一个远征队到南海去观测出地较高的老人星（Canopus）和更南的那些星，这些星虽然巨大、明亮而众多，但以前从未被命名和绘入图中。在离南天极约二十度处的星都可以望见。这是古代天文学家认为常隐于地平线以下而不能看到的区域。

〈开元十二年……以八月，自海中南望老人星（船底座α），殊高。老人星下，环星灿然，其明大者甚众，图所不载，莫辨其名。大率去南极二十度以上，其星皆见。乃古渾天家以为常没地中，伏而不见之所也。〉

据说考察结果已经散佚；不过这仍然是当时值得注意的一次远征考察，而且的确是中古时代早期独一无二的一次①。为了观测南极距为21.5°的南三角座α，并使它的出地高度大于15°，远征队必须远达马来亚以南，也许要到接近苏门答腊南端（南纬5°左右）的某些地方。从那里再向南航行10°，天文学家们便可以看到这颗星的高度为

① 这次考察是由一行和南宫说组织的。他们为了在不同纬度上测量二至点日影长度，还沿一条子午线设了长近4000公里、包括九个测量站的观察线；参看后面第276页。

35°,而老人星的高度为52°；不过，他们的观测很可能是在航行所能达到的最远海岛上进行的[1]。

凭借现代天文学知识来研究古代和中古代对恒星的描述，以便确定其准确度和了解深度，这是很有意义的。例如，我们现在知道昴星团实际上是一个疏散星团，其中所有的星都以同一速度向同一方向运动[2]，它的光主要来自组成它的1400颗小星，这些小星不论是6等星，还是7等星，通常用肉眼看来都小如针尖。所以，司马迁对昴星团有一有趣的描绘[3]："昴曰髦头"[4]，并加上"白衣会"三字。沙畹[5]按占星术的说法，把后三个字译为昴星团率领着出殡队伍，但据朱文鑫[6]推测，这表示一种亲密的社团关系，而且对于昴星团来说是

---

① 这些数据使人想到他们可能携有浑仪，这种仪器在陆上使用比在海上更为适宜。他们的观测地点很可能是爪哇南岸。七世纪时，中国人对爪哇和苏门答腊还不很熟悉，但到八世纪时，这一带已成为中印通路上的驿站了［参阅 Hirth & Rockhill (1), pp. 8 ff.］。

② 参看 Spencer-Jones (1), p. 376。

③ 《史记》卷二十七第十一页正面。

④ 可与西方的后发座这个名词相对比。

⑤ 参看 Chavannes (1), vol. 3, p. 351。

⑥ 参看朱文鑫(5)，第42页。

个很恰当的名词。

中国古代描写天空时，大概也提到过星云[1]。在河外星云当中距离最近的麦哲伦云（Magellanic Clouds），作为银河南段的两个孤立部分，用肉眼观察是十分清楚的。

(3) 星 图

中国早在公元三世纪（甚至可能还在汉代[2]），无疑地已经制成星图[3]，但其中没有一张流传到今天。不过我们从汉代的石刻和浮雕可以看出，

① 《晋书》卷十二第七页反面的"云气"似可译为星云。奇怪的是，星云的螺旋性质用肉眼是无法看出的，但《晋书》中有一处竟用了"困"字。

② 关于中国最早的星图，我们已在前面描述过，参阅前面第 210 页。亦可参阅后面第 516 页关于浑仪的叙述。公元 310 年是关键性的一年，此时陈卓正从事他的编纂工作。

③ 《前汉书·艺文志》载有公元前 52 年耿寿昌献给皇帝的《月行帛图》。他的《月行图》似即此图的缩本。《艺文志》天文学部分又载有一种《图书秘记》，年代不详。《续汉书》（阮元《畴人传》卷三第三十一页曾引用过）载有公元 92 年姚崇、井毕等人的谈话，内容有"星图有规法"，即座标系。公元 100 年左右张衡作《灵宪图》，这大概就是星图（《旧唐书》卷四十七第五页反面有记载）。另一例是公元 19 年王莽提到的《紫阁图》（《前汉书》卷九十九下第四页反面）。

用直线联结小圆圈或黑点来表示星群的办法至少可上溯到汉代。图102是汉墓石刻中的织女星图，织女星① 的一侧画着织机和织女。由于占星术的缘故，这种表示星象的方式后来和道家发生了关系，因此常见以星座为记的旗帜高悬于道观之外。图103就是一面这样的旗，1946年作者摄于四川重庆附近②。《事物纪原》③ 曾记载了公元963年

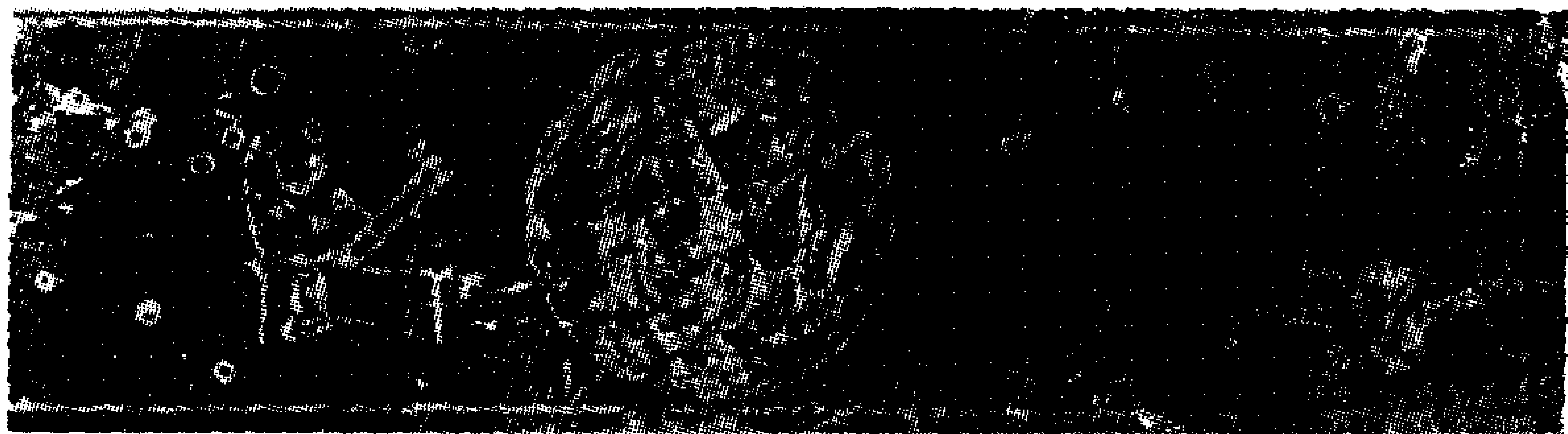


图102　汉代石刻。左边是织女星座，织女头上是天琴座 α, η 和 γ；中间是太阳，太阳面上有象征性的乌鸦；右边是另一星座，可能是"鸟"(房、心、尾)的一宿。这些星群均以标准的点线方式绘成，从全图看来，太阳处在时角260°左右或 $17\frac{1}{2}$ 时的位置上［根据 Bushell (1), vol. 1]

① S 396。

② 初步估计，我认为旗上的星群就是天囷（S 491），这个星群包括鲸鱼座的一些星。中国画点线的规定引起某些奇怪的共鸣；如《闻所未闻的奇事》(*Curiosités Innouies*, 1637年）一书所载伽法雷耳［Kabbalist Jacques Gaffarel, 1601—1681年，里舍利厄（Richelieu）的图书管理人］的天图，其中便有这种画法。赛里格曼［Seligmann (1)］曾复制了这张图（图143），他认为这张图来自"东方"。

③ 《事物纪原》卷三第三页正面。

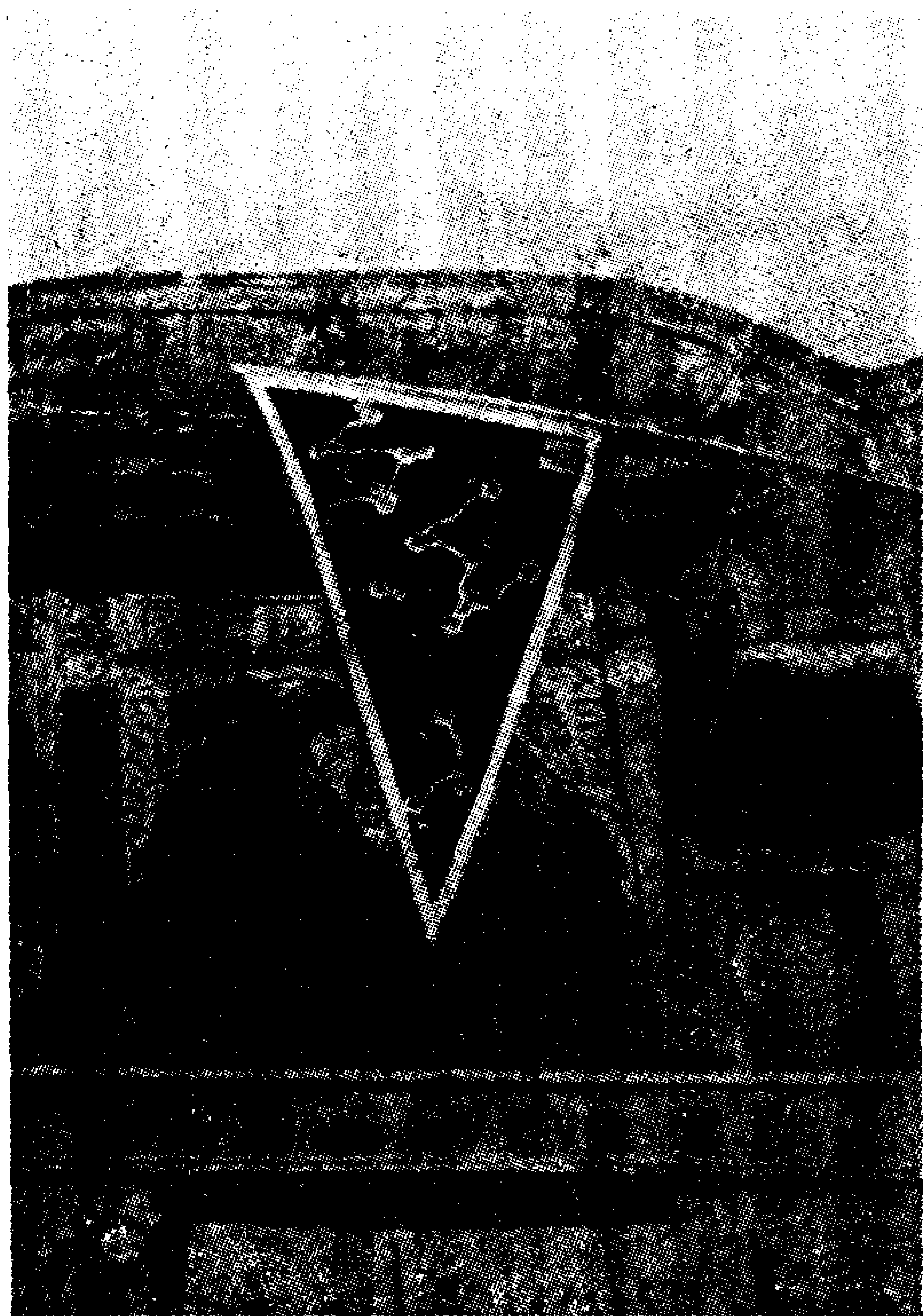


图 103　重庆南岸老君堂道观外所悬旗上的星座(1946 年摄);主要星群似乎是天囷(鲸鱼座)

的一个偶然事件,非常突出地提到了这种旗帜。

前面提到的敦煌星图(图 99 及图 100)是一项珍贵的收藏品,其年代约为公元 940 年。如果摹仿性很强的古代石刻、壁画(如图 90)不计算在内,那末,我们几乎可以肯定,这是一切文明古国

流传下来的星图中最古老的一种。

如果编入苏颂《新仪象法要》的星图年代确与成书同时，那末，在我们所拥有的中国刊印的星图中当以这些图为最古①。这部书自公元1088年写起，1094年完成，其中所包含的星图从各个方面看来都很值得注意。图共五张：天球北极区域一张；北赤纬50°左右及南赤纬60°左右（图104）"麦卡托式"圆柱正形投影图两张；极投影两张，一张是南天球（图105），一张是北天球。南天球拱极星所在的位置还空着。画法比一百多年前的星图手稿细致得多，但图中仍有"麦卡托式"投影。

经过缜密的研究以后，人们发现，在五张星图中，第一张以公元前350年的极星（天枢）作为真天极的位置，而第四张则把这个位置放在天枢和现在的天极（天皇大帝）之间。这就说明，苏颂一定已利用了当时沈括的观测，（前面第206页已经提到）。此外，二分点一个差不多位于奎宿，另一个距角宿较近，距轸宿较远，按岁差计算，位置大致

① 这一点是确凿无疑的；关于此书流传的情况，可参阅 Needham, Wang & Price (1)。

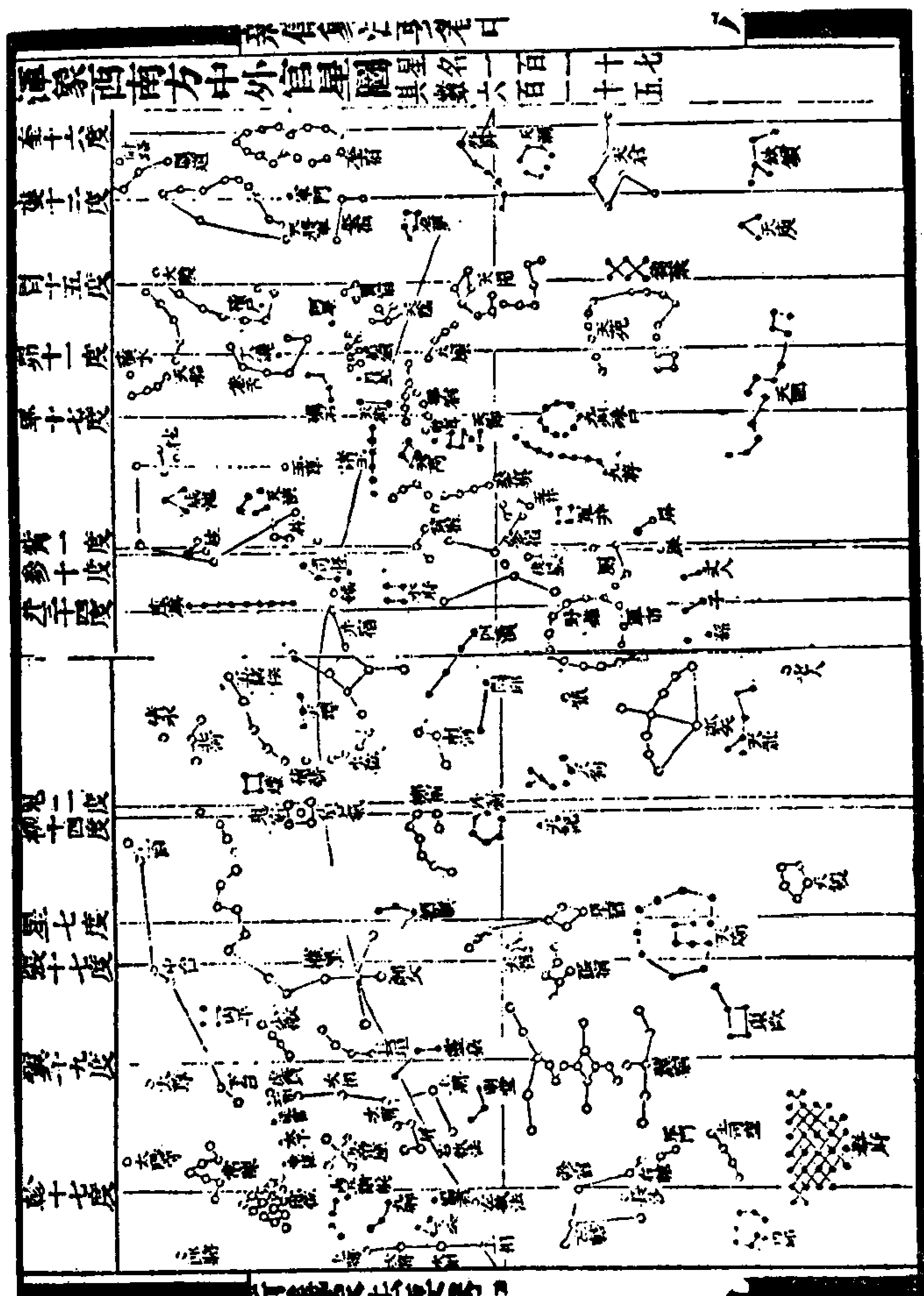


图 104 《新仪象法要》(1092 年)的浑象星图，图中有用麦卡托投影法画出的十四宿。赤道是中间的水平直线，上面是黄道的弧线。应该注意到，各宿的宽度不等(参阅前面第 155 页)

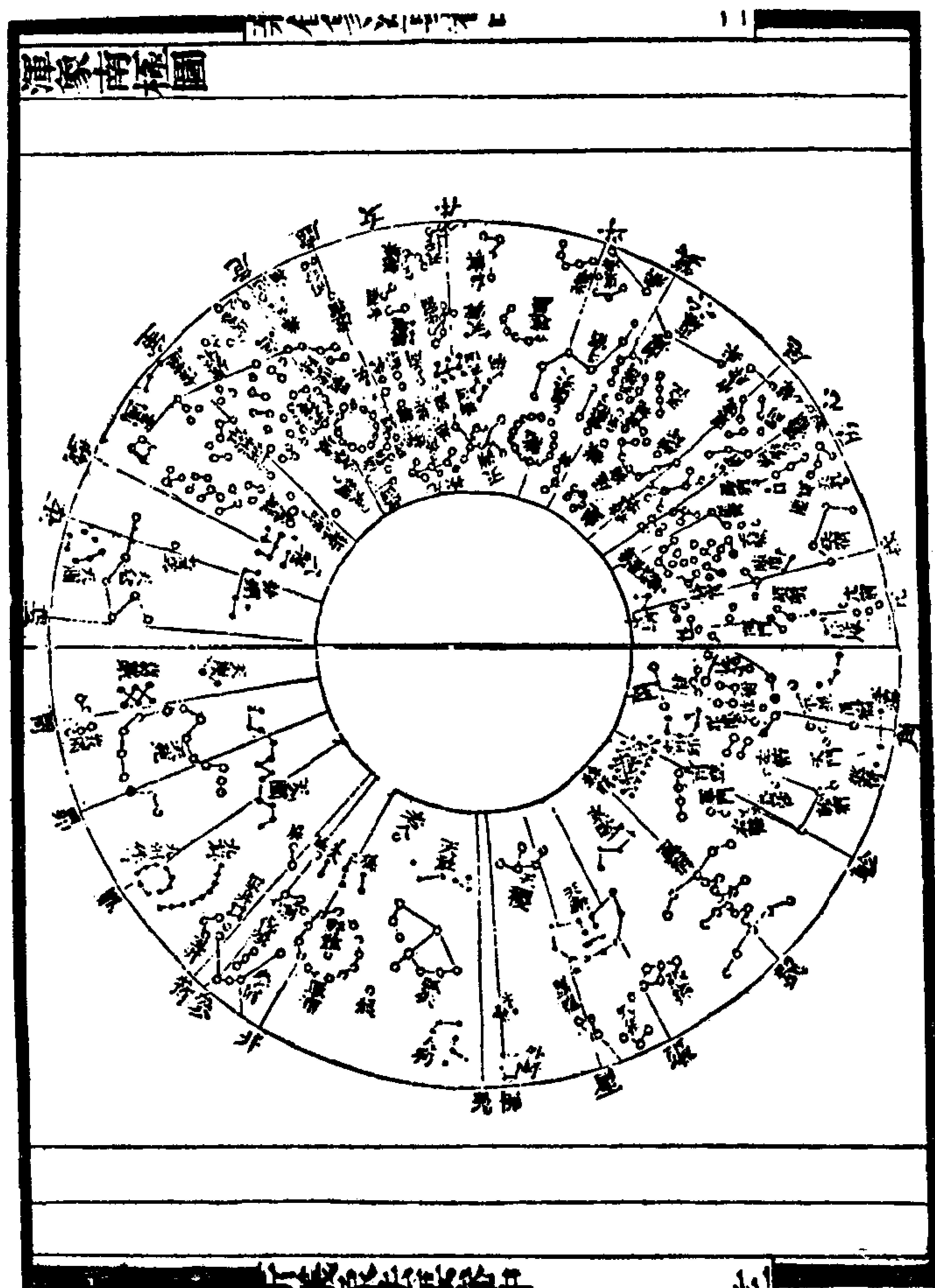


图 105 《新仪象法要》(1092 年)的浑象星图，图中是南极投影

与公元850年(唐代)相合。因此,苏颂所用的显然是当时修订后的新图。但中国天文图后来的传统画法似乎取材于较早时期的材料,因而正如我们马上要谈到的,它们把前人的观测保存下来了。

中国的平面球形星图以公元1193年绘制的为最有名,当时绘制的目的是为了给年轻的宋宁宗(公元1195—1224年)讲解天文学。这张图于公元1247年刻石,至今仍以石碑的形式保存在苏州孔庙。图上的文字已由沙畹[Chavannes,(8)]译成法文,由鲁弗斯等[Rufus & Tien (1)]译成英文,这些文字可说是中国天文学的一种最简明(也最可靠)的注释。原文有一段根据宋代新儒学写的绪论①,接着便描写天球的"赤"道和"黄"道,说赤道"横络天股,以纪二十八宿相距之度";近代学者如果早点知道这一直截了当的说明,十九世纪的许多争论便都可以省掉了。原文紧接着讲到"白道",即月球以6度交角穿过黄道的路线,并正确地解释了日、月食的原因。文中指出,已命名的恒星(经星)共有1565颗②。文

① 包括用离心力说明天地成因(第二卷第十四章第四节已讨论过)和自然界的组成规律与人类相似的说法。

中提及五星的部分则沿用占星术的说法。最后结束部分说到天上分野和地上城池、郡国的对应关系，认为地上的吉凶祸福和天象有关②。其中有一段说明北斗作为季节指示星的作用，颇为有趣；这证明人们对于把拱极星和二十八宿“拴”在一起的古代天文学，并未遗忘③。

这张星图已复制于图 106。和所有同类的图一样，这张图也用辐射直线表示各宿距星的时圈。在表现星群的方法方面，它和其他中国星图不同，在这方面已有鲁弗斯等人的评述④。

---

① 但图上只有 1440 颗。

② 鲁弗斯 [Rufus(3)] 认为苏州天文图上的许多星群曾经过有意识的修改，为的是配合图说中的政治理论；不过我同意恰特莱的解释，他说那些理论汉时已经存在了，图形不够准确，可能是由于描图者的笔误和缺少球面几何学而引起的。

③ 这一段是很有趣的，因为它说明一线沿斗纲向两端延长，另引一线通过大熊座 γ，和它垂直，这样就形成占 6 小时的三部分。据说斗纲在一年内顺序指十二辰，讨论这个问题的文章很多 [Chalmers (1); de Saussure (11), (1), p. 391; Chavannes (8), p. 53; Rufus & Tien (1), p. 6]。事实上，斗纲不仅被用作地平面上的方位点，同时也用作赤道上二十八宿的分区，南北方向由子午线确定。这种划分可在天文图边缘上看到。参阅前面第 158 页。

④ 他们还提供了一种星名考证表。

其次，要注意到一张朝鲜星图，这是公元1395年奉李太祖（朝鲜最后一个王朝的建立者）之命绘成并刻石的。按照鲁弗斯等［Rufus (1, 2); Rufus & Chao (1)］的说法，此图是根据公元672年石碑上的星图（有碑文）绘制的，它所代表的传统，无疑要比苏颂的图早一些。图107就是它的复制品。图中银河画得非常突出，略有用圆点大小不同来表示星等之意。参与制图的许多天文学家的姓名，已留传下来①。碑文已由鲁弗斯［Rufus (1)］译成英文，其中有关于中国古代宇宙学说的评述（参阅前面第90页）和二十四节气昏旦中星表（参阅后面第556页）。

第三种星图的性质大不相同，诺贝尔已有介绍。这是一个直径为$13\frac{1}{2}$吋的青铜碗；出处不详，大概是十九世纪初在一只日本木帆船里发现的。碗沿的凹入处装有小磁针两个，碗底上有一些隆起的小圆点代表星辰（见图108）②。东方各国航海

① 这些天文学家是：权近、柳方泽、权仲和、崔融、卢乙俊、尹仁龙、池臣源、金堆、田润权、金自绥、金侯。关于权近，我们在第二十二章第四节第（5）小节还要讲到。

② 这是苏格兰皇家博物馆的收藏品。

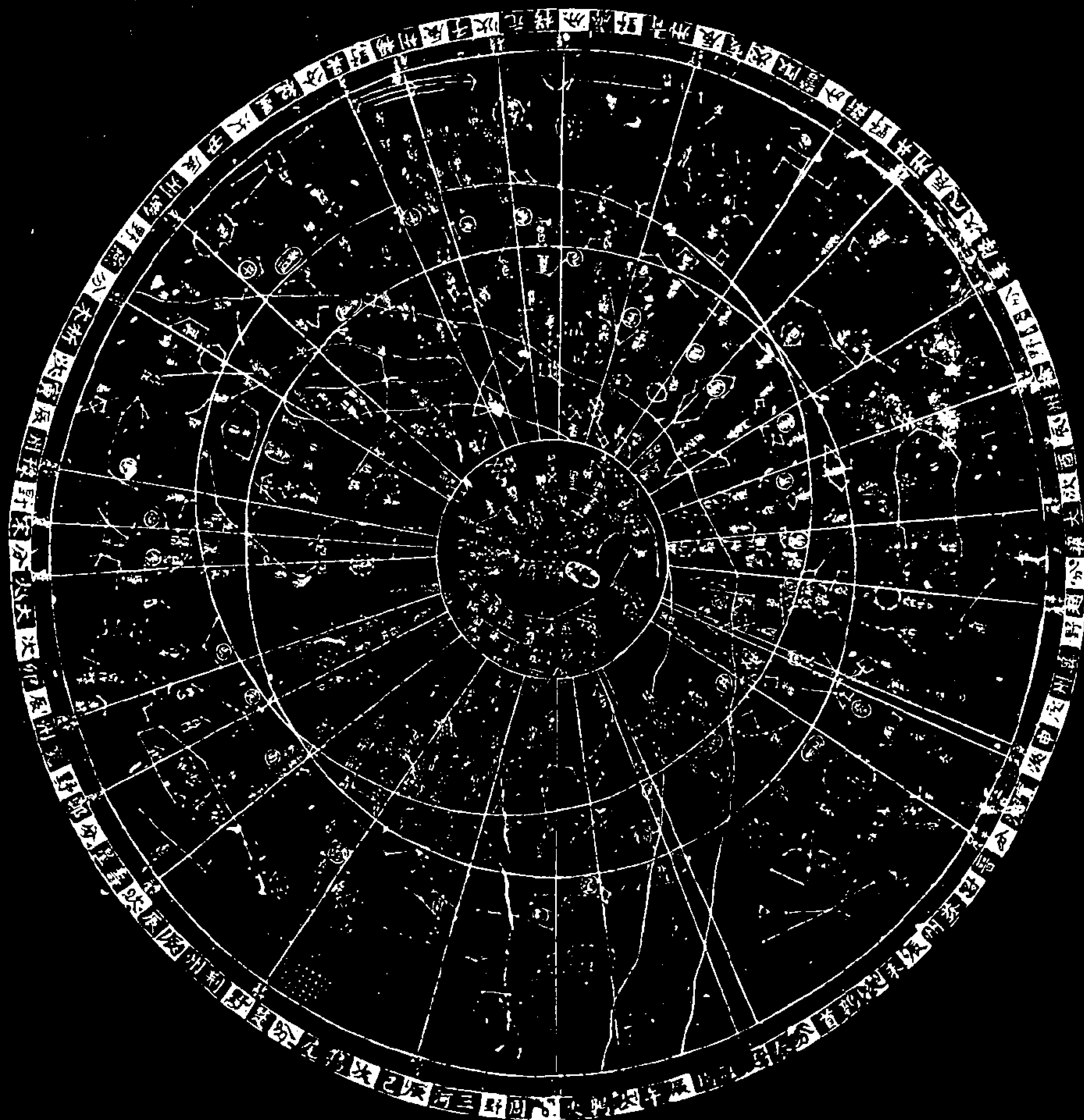


图 106　苏州天文图（公元 1193 年）。请注意偏心的黄道和弯曲的银河［采自 Rufus & Tien（1）］。此图及其说明文字的作者是地理学家、礼部尚书兼侍读黄裳，公元 1247 年王致远刻石

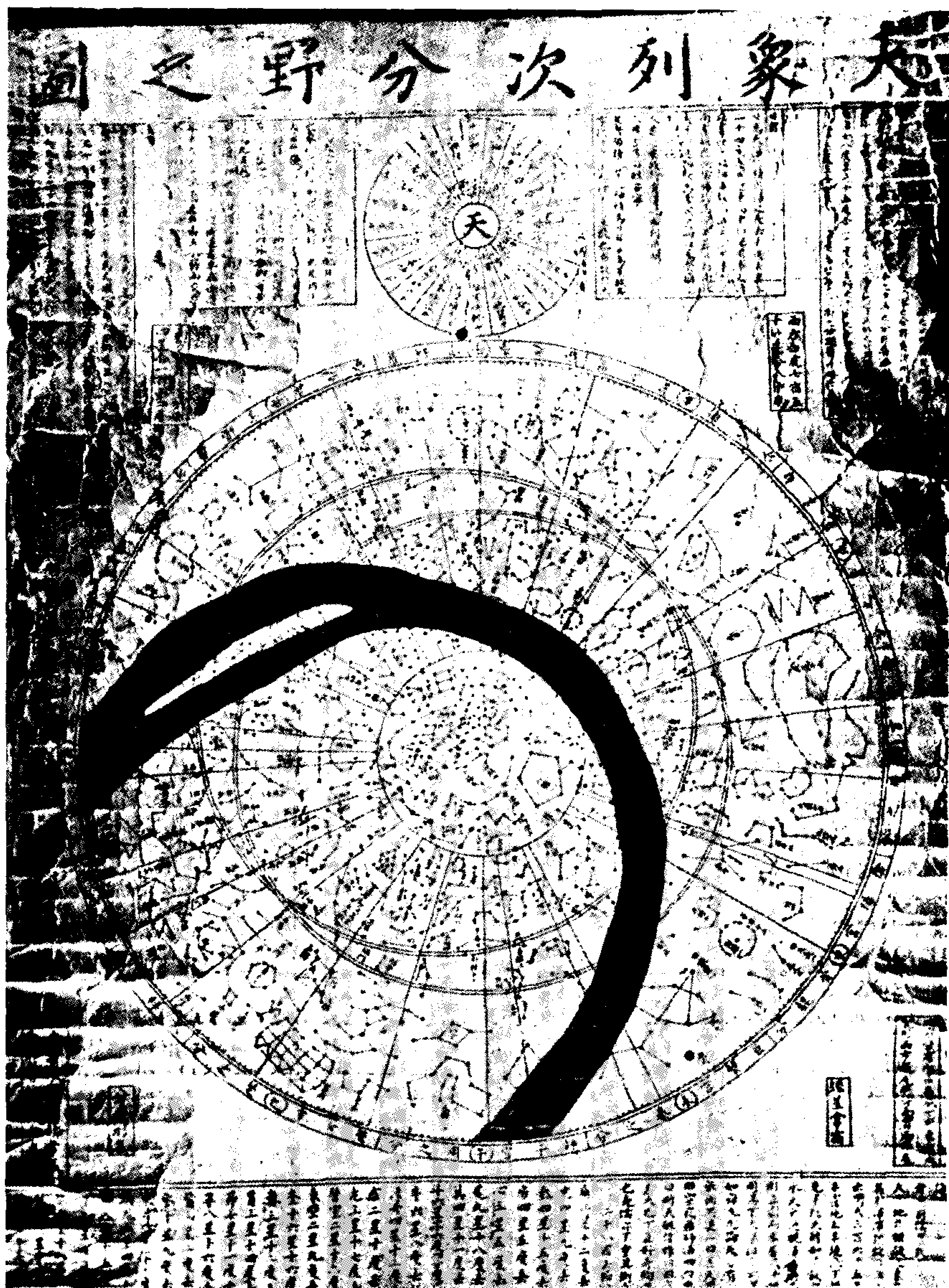


图 107　朝鲜天文图——《天象列次分野之图》(公元 1395 年)[采自 Rufus & Chao (1)]。此图以公元 672 年的石碑为根据，是以权近为首的十位天文学家绘制的(对照图 106 的中国天文图)。黑带表示银河

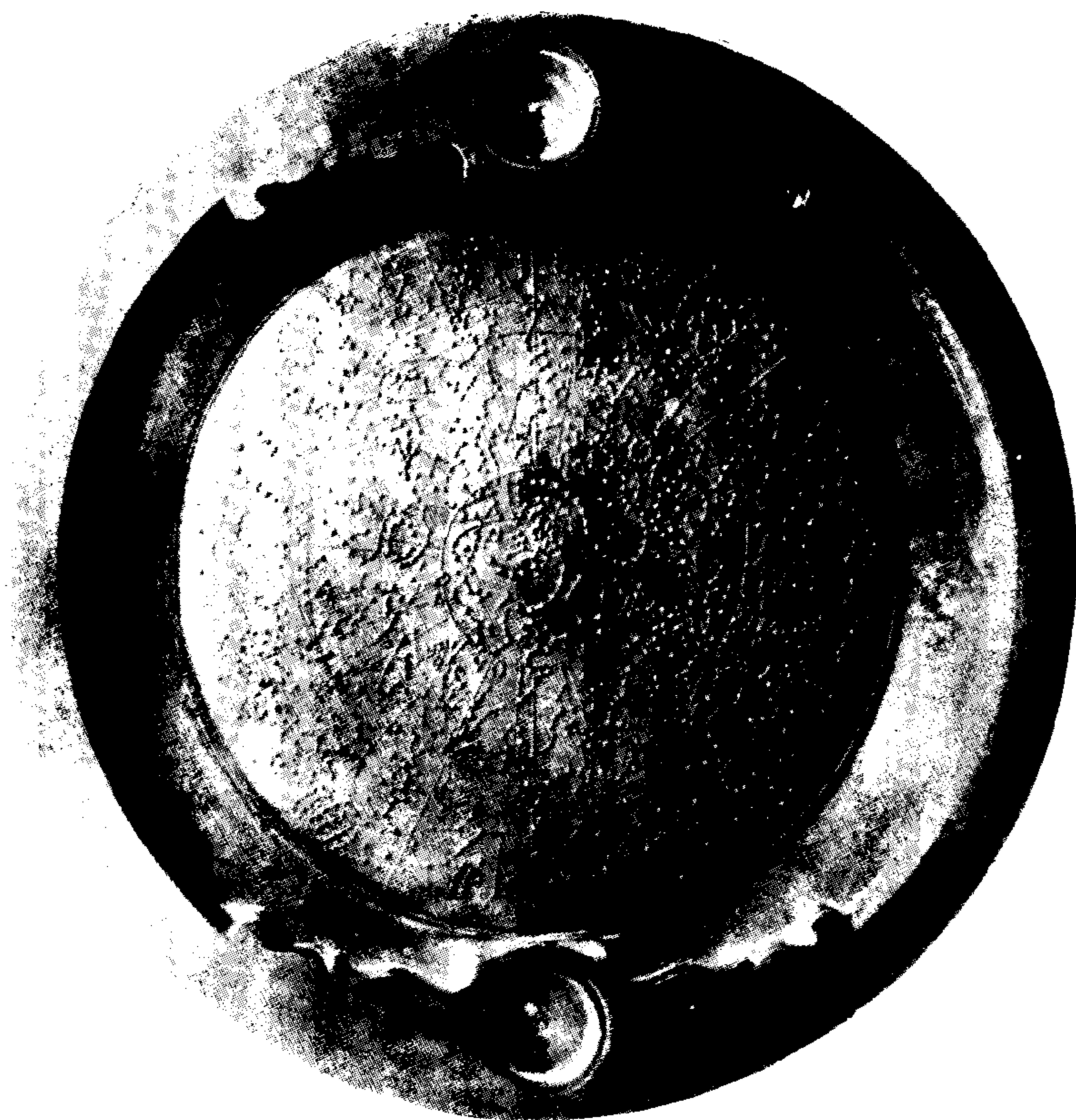


图 108 航海者使用的铜碗状平面球形星图（诺贝尔摄）

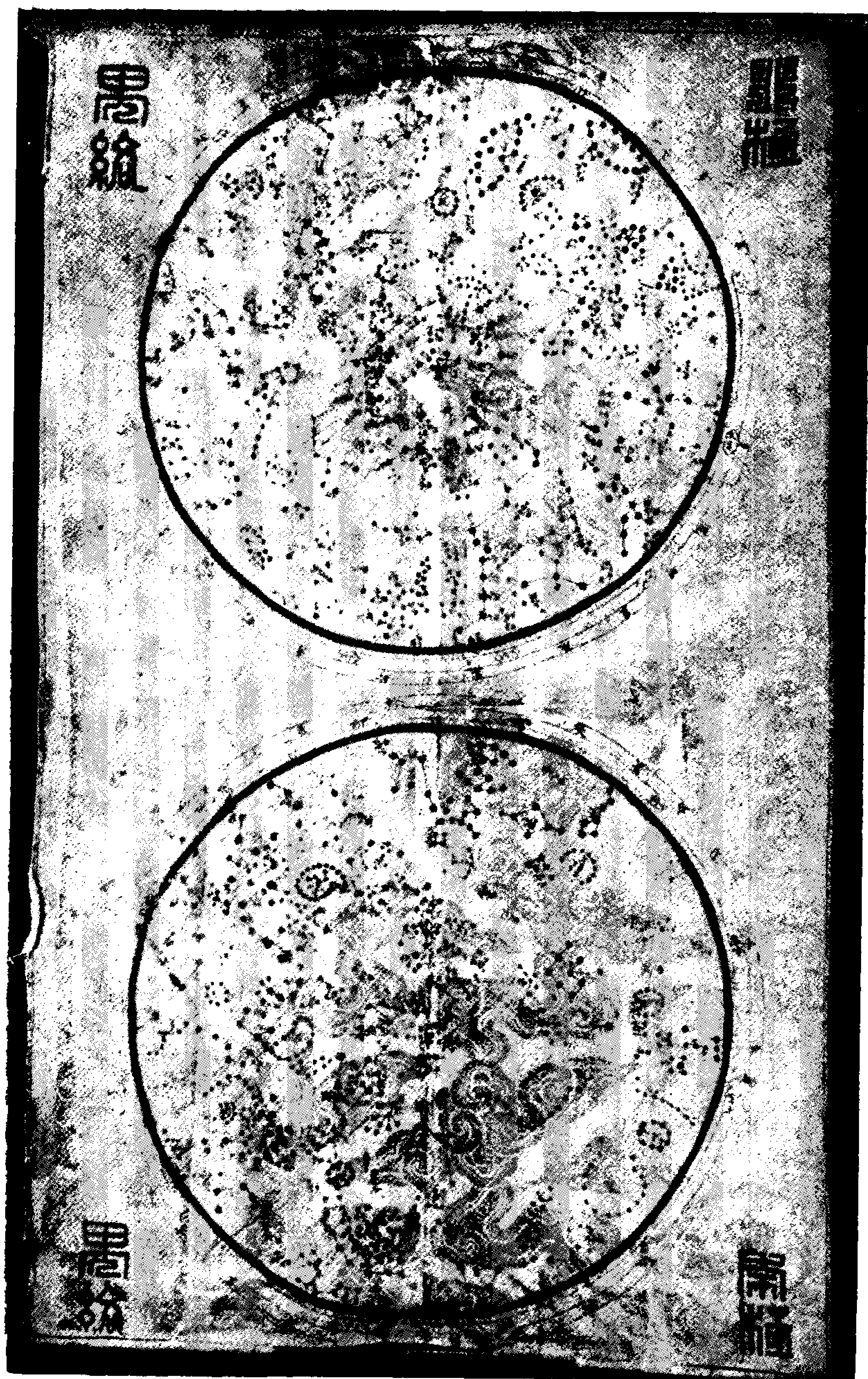


图 109　晚近绘在丝织物上的星图［采自 Michel (2)］

者都喜欢用这种星图,它们的年代似乎很难确定,不过大概不会早于十七世纪;至于式样,则它们完全属于中国的传统。

较晚的星图手稿并不难得;米歇尔[Michel(2)]描写过一幅画在丝织物上的星图(图109)。这应当是清代的产物,因为从图上可看到全部南极星座。

上述的四种星图,虽说前两种给现在的极星(天皇大帝)标上了帝王称号,可是它们都以天枢作为极星,都保存了公元前350年的天文体系。各图都把春分点置于角、亢之间,把秋分点置于奎、娄之间(距奎较近),在这一点上它们和苏颂那幅最精确的图相差很远。这个位置可能与公元200年左右的情况相合(根据鲁弗斯),因此可以认为,苏颂所摒弃而为其他各图所保持的传统,其实即是陈卓星图(约公元300年)[①] 所确定下来的图形。

---

① 《图书集成》(公元1726年)的天文学部分是在耶稣会传教士强烈影响下编成的,情况似颇混乱。天枢既被说成是“四辅”之一(参阅前面第204页),同时又被说成是真天极的名称。书中没有提到北极星是极星(《乾象典》卷四十四)。此星在闵明我(Philippe Grimaldi, 1711 年在中国)所作的方星图中位居中央。戴进贤参与编纂的星表中有十八世纪中叶的方星图,具有近代的特点,图中北极星的位置是正确的。参看后面第685页;Tsuchihashi & Chevalier (1); Rigge (1)。

看来这种倒退是和当时社会上、政治上的趋势有关的。苏颂和沈括研究天文学的时候，正是一次革新运动的初期，这次革新是和卓绝的宰相王安石的名字分不开的[①]，而一百年后的苏州天文图，则完成于守旧思想又一次占上风的时候。

在两宋时期，星图应该相当流行，我们了解一下当时的情况是很有意义的。马永卿在《嬾真子》[②]中说，他在公元1115年左右常和某些寺院的僧人们讨论天文，那些僧人有的藏有星图，有的画过星图。十世纪时有一种《列星图》，制图人的姓名已失传[③]。十二世纪郑樵曾埋怨说，可靠的星图很难得，而且不易考证。他劝人在夜色清明的时候一段段地诵读《步天歌》，借以熟悉星空的形貌[④]。

不过，了解到世界其他各地绘制天图的情况，

① 就我们所知，这两个人与保守派的个人关系较多，与革新派关系较少 [参看 Needham, Wang & Price (1)]。但这种情况并未阻碍他们在科学活动方面的进步，这是因为当时的时代精神有利于科学发展。

② 《嬾真子》卷二第八页。

③ 《太平御览》卷七第四页正面及卷十二第十一页正面两次提到此书。

④ 《通志略》卷十四第一页反面（《通志》卷三十八）。

我们就会明白，决不可轻视中国星图从汉到元、明这一完整的传统，公元940年左右的中国星图手稿是所有现存实物中最古老的一种。蒂勒[Thiele (1)]、布朗(B. Brown)和《科学史导论》(*Introduction to the History of Science*)的作者萨顿(Sarton)都认为，从中世纪直到十四世纪末，除中国的星图以外，再也举不出别的星图了。在这时期之前，只有粗糙的埃及示意图和主要具有美术性质的希腊天图，后者所表现的只是星座的形象示意图，而不是星辰本身。我们曾经听说，大约在公元850年的时候，查理曼大帝有一个按原位刻着星辰的银盘[Zinner (1)]。但是，这个盘在科学上有多大价值，则不得而知。看来结论应当是这样：欧洲在文艺复兴以前可以和中国天图制图传统相提并论的东西，可以说很少，甚至简直就没有。

现代的中国星图，以前中央研究院正式发表的《恒星图表》为最重要，作者是陈遵妫。还有一种质量良好的星图，附有中西对照星名表，是沈文侯为福建气象局绘制的。这几种图，皇家天文学会图书馆均有存本，但公元1855年威廉斯[J. Williams (1)]赠送的中国平面球形星图已经不知

去向，据诺贝尔[Knobel (1)]说，它在1909年就已遗失了。

(4) 有关星辰的神话和民间传说

关于星辰在中国神话和民间传说中的地位，现在可以略谈几句，虽然这一话题在目前的讨论中不过是个插曲。从星辰作为季节的标志而在农业文明中受到重视这一点来看，中国在这方面应当有很多神话和传说。关于这个问题虽然缺少专门论文，但从一般著作[如 de Groot (2); Werner (1); Doré (1); Hodous (1)]，也可以找到许多有关的记载。索尔格[Solger (1)]有一篇长文讨论某些星辰的神话，例如参和大火是阋墙的兄弟①，河鼓二和织女一是牛郎和织女②等。施古德[Schlegel (5)]在论中国星图制图学的一篇长文中系统地讲到了这些神话的来源。中国文献中记载奇事异闻和风俗习惯的书不可胜数，这些书本身便给我们提供了迄今尚未译成西文的大量资料，例如，唐

① 参看 R Wilhelm (7), p. 46。

② 参看 R. Wilhelm (7), p. 31。

代宗懔的《荆楚岁时记》便是一例。在民间传说中，有时把一些人物想象为星神降生；例如，黄石公①（与汉朝开国有关的一位传说人物）据说是土星转世②，东方朔（汉武帝的一位谋士）据说是金星临凡③。

本章篇幅如此之长，为了给沉闷的叙述增加一点趣味，读者也许可以容许我把唐代天文学家僧一行④ 的一个故事叙述如下。这个传说来源于公元855年的《明皇杂录》。故事说：

> 一行年轻时家里很穷，有一个邻居王老经常帮助他。一行常想报答他，特别是在开元年间他得到皇帝的信任时，更是如此。王老终于因为杀人而下狱，便向一行求援。一行去探望他并对他说："如果你要金银，要多

---

① 川陕公路上庙台子地方至今尚有黄石公庙。

② 参看 Schlegel (5), p. 629。

③ 参看《风俗通义》卷二；R. Wilhelm (7), p. 86。对本书封面上所画的一些被奉为神明的人物1)，也有同样的传说。

④ 参看数学一章第九节第(4)小节，以及前面第73，227，236页。

1) 指本书英文版原书封面上画的刘天君、温元帅、毕元帅和荀元帅等四个传说人物。——译者

少，我都可以给你，但我不能改变法律。”王老叱责他说：“我认识你对我有什么好处呢?”于是，他们便这样分别了。

后来一行在浑天寺工作，那里有数百名工人。他命令其中一些人把一个大瓮搬到一间空房里去。然后他向两个仆人说：“在某地有一个荒废了的花园。明天你们秘密地藏在那里，从中午藏到夜半。会有一种东西到那里去——如果一共是七个，你们就把它们通通逮住，放到瓮里去藏起来，如果少了一个，我就给你们一顿好打。”到了傍晚六点钟左右，果然出现了一群猪，一共七头，他们把这些猪一个不漏地捉住了，并投入瓮内，然后跑去报告一行。一行非常高兴，让仆人用木盖把瓮口盖上，上面还用泥封住，然后他用梵文在上面写了一些红字，他的学生也不懂得这些字的含义。

不久，一行得到一个命令，要他赶快到某一宫殿去。皇帝在那里接见他，并说道：“太史官（天文工作负责人）刚才向我报告说，北斗七星（大熊星座）不见了。这意味着什么

呢?”一行回答说:“这种事情过去也发生过。后魏时期甚至连火星也不见了。但以前从来没有北斗七星不见的记载。这一定是上天给您一个重要的预告,也许是预示霜冻或干旱。但陛下的至高的德行是能够感动星辰的。最能感动星辰的是您作出大赦的决定,而不是判死的决定。因此,我们佛教徒都主张宽恕一切人。”皇帝同意了,宣布大赦天下。

后来,北斗七星重新出现在天上原来的位置。而当人们揭开藏着猪的瓮子的木盖时,瓮内却是空的。①

〈一行幼时家贫。邻有王姥,前后济之约数十万,一行常思报之。至开元中,一行承玄宗敬遇,言无不可。未几,会王姥儿犯杀人,狱未具,姥诣一行求救。一行曰:“姥要金帛,当十倍酬也。君上执法,难以情求。如何?”王姥戟手大骂曰:“何用识此僧!”一行从而谢之,终不顾。

一行心计浑天寺中工役数百,乃命空其室内,徙一大瓮于中央,密选常住奴二人,授以布囊。谓曰:

① 由作者译成英文(按:这一段译文与原文颇有出入。——译者)。希腊和稍后欧洲也有同类故事,见 Boll (5), p. 84。

"某坊某角有废园。汝向中潜伺，从午至昏，当有物入来，其数七者，可尽掩之。失一则杖汝！"如言而往。至酉后，果有群豕至，悉获而归。一行大喜，令置瓮中，复以木盖，封以六一泥，朱题梵字数十，其徒莫测。

诘朝，中使叩门急召，至便殿，玄宗迎问曰："太史奏昨夜北斗不见，是何祥也？师有以禳之乎？"一行曰："后魏时失荧惑，至今帝车不见，古所无者，天将大警于陛下也！夫匹夫匹妇不得其所，则殒霜赤旱。盛德所感，乃能退舍。感之切者，其在葬枯出系乎！释门以瞋心坏一切喜，慈心降一切魔。如臣曲见，莫若大赦天下！"玄宗从之。

又其夕，太史奏北斗一星见，凡七日而复。〉

僧一行确有一些著作论及北斗七星在占星术上的意义和在天文学上的说法①；想到这里，我们对于上面这个控制北斗七星的故事便容易理解了。

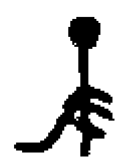
---

① 例如《北斗七星念诵仪轨》。《佛说北斗七星延命经》大概也属于此类。关于这些著作，参阅 Eberhard (12)。

七、天文仪器的发展

(1) 表 和 圭

在所有天文仪器中，最古老的是一种构造简单、直立在地上的杆子①，至少在中国可说是如此。这杆子白天可用来测太阳的影长，以定冬夏二至（自殷代迄今一直称为"至"），夜晚可用来测恒星的上中天，以观测恒星年的周期。这种仪器称为"碑"，又称为"表"。前者的原义是柱或石柱，后者的原义是指示器。"碑"字的写法可从"骨"作"髀"，例如在《周髀算经》书名中就这样写（见前面第十九章）；也可从"木"作"椑"，意思是杆子或木柄。谐声部分的"卑"，在甲骨文中作手持杆状物、上有太阳在后的形状；从这写法看来，虽然现在"卑"字一般解释为"低下"，但其原义却可能和天文仪器中的表有关，因为同太阳相比，这毕竟是放在地上的低矮的东西；同时，


K 874

① 参阅图 110。关于表以及其他中国天文仪器的广泛讨论，见马伯乐的重要论文［Maspero (4)］。

这也表示冬至日（中国人一向以这一天为回归年一年之始）太阳较低，会投下长长的影子。

K 924

殷人已注意到物体投影的另一证据，是董作宾(1)从现在纯为书面文字的"仄"字(意思是日将落时)推出来的。这个字的甲骨文写法,是一个太阳加上一个从不同角度投出的人影①。

现存古代文字记载和观测二至有关的，大概以《左传》公元前654年的一段为最早,因此值得引用在这里②：

> 僖公五年春季的第一月（十二月）辛亥日,即这个月的第一天,太阳达到最南点。鲁僖公下令在宗庙中宣告新月即将出现后，便登上观察台去观察日影，而天文官员们则按照惯例作下记录。在每个分日和每个至日，在春夏的开始或在秋冬的开始，都必须记录

① 这一点乍看起来虽然会使人觉得奇怪,但至今若干原始部族仍用长约 8 呎的杆子定期测量影长，以定冬夏二至，并据以安排农事活动。图 111 的照片示出婆罗洲某部落的两个人正在测量影长［采自 Hose & McDougall（1）］；参阅 Anon.（26）。

② 参看 Gaubil（3），p. 22。

下云雾的样子，以便对即将到来的变故作出预测和准备。①

〈僖公五年，春王正月辛亥朔，日南至。公既视朔，遂登观台以望而书，礼也。凡分至启闭，必书云物，为备故也。〉

从这段话看来，鲁僖公参与天文学家的行列时究竟是在做什么，史书的记载是不够清楚的。但这是冬至日，他们无疑是在测量影长。这种数据是如此重要，因此国家统治者亲身参加测量并不令人感到奇怪。关于这个特定的冬至日，近年迪特里希 [Dittrich (1)] 已进行了新的研究。

虽然《淮南子》②保存了古时表杆长一丈的传说（前面已提到周代度量衡用十进位制的可靠证据，此处与之符合）③，但此制早已废弃，大概是因为不便于简易地计算直角三角形的边长；除了象虞邝的九尺表（公元544年）这类特例之外，古代和中古代的书一般都说是长八尺。我们以后将看到，就是在元代，由于注意精确性而采用大得多的

---

① 由作者译成英文，借助于 Couvreur (1), vol. 1, p. 247。

② 参看前面第128页关于宇宙论的一段引文。

③ 参看数学一章第七节第(2)小节。



图 110　清末刊印的《夏至致日图》，表示上古传说时代羲叔（羲仲之弟）在夏至日用表杆和土圭测量日影。本图采自《书经图说》卷一《尧典》[Karlgren（12），p.3]

结构，用的也是八尺的倍数——四丈。还在汉代以前，人们就已充分了解到，需要有极为水平的基座和极为垂直的表杆，因为《周礼》[①]中有"水地以县（悬），置槷以县（悬）"的话。汉代注释家认为，这是在基座的各角上各栓一条等长的绳索，但唐代贾公彦认为，这是指使用了四条铅垂线。如果真的是如此，那末，这种仪器便很象罗马测量家所用的星形测量器了（groma）[②]。

测量影长最初当然是用当时的尺，但由于尺的大小随官方规定和地方习惯而有不同，因此特制了一种可称之为"表影样板"的标准玉板，也就是土圭。《周礼·考工记》中就提到过土圭。用赤土制的实物现在还存于世，有一个是公元164年的。[③]《周礼》的记载是[④]：

大司徒（高级官吏）用表影样板来测定太

① 《考工记》下篇《匠人》，译文见 Biot (1), vol. 2, p. 554。

② 参看 Singer (2), p. 113; Brunet & Mieli, p. 616; D. E. Smith (1), vol. 2, p. 361。

③ 参看 Maspero (4), p. 222。时在张衡之后。张衡在《东京赋》中也提到土圭（见《文选》卷三第四页正面）。

④ 《周礼》卷三第十三页反面（《地官司徒》）。西译文见 Biot (1), vol. 1, p. 200; 由作者译成英文。

阳离地的距离，确定日影的准确长度，以便查明地的中点。……地的中点是在夏至日的影长为一尺五寸的地方①。

〈大司徒之职……以土圭之法，测土深，正日景，以求地中。……日至之景，尺有五寸，谓之地中。〉

由此说来，二至的日期可以这样来定，即在预期的日子前后几天将土圭放在表杆底部的正北，找出中午影长和它最相合的日期。古人之所以要根据测得的夏至间接推出冬至，其原因之一就是夏至所用的土圭要短得多。但是用这种方法也很容易找到恒星标志点，因为在公元前450年前后的几个世纪中，牛宿的距星（摩羯座β）正好在夏至的时候冲日。所有最早用土圭测得的夏至日影长都是1.5尺左右；《易纬通卦验》②所载的是1.48尺，公元前25年左右刘向采用1.58尺，而公元597年袁充则采用1.45尺——大多数记载都说测量的地点是阳城，位于洛阳东南方约50哩③，测得的影长按该地的纬度来算，误差确实很小。

① 这正是汉代的人一度出现的想法。

② 汉代纬书的一种，见本书第二卷第十四章第六节。

③ 其地即今告成镇，现已衰落。



图 111　现在还有人在使用表杆和土圭。图示婆罗洲某部落的两个人在夏至日用这两种仪器测量日影长度〔采自 Hose & McDougall (1)〕

采用土圭制度的目的，在于克服原始度量衡制的混乱，但是并未坚持到底。在某种意义上说，它似乎就是现代铂制米原器之类量具的先声。公元500年祖暅之制成一种青铜仪器，把表杆和水平量尺结合在一起。大约在此五十年以前，何承天曾进行了较细致的冬至影长观测。只是在进行了这样的观测之后，才有可能发现四季的不均匀性①。从斯坦因在中亚细亚发现的两种汉代历书（公元前63年和公元前39年的）可以明显看出，当时还不知道四季是不均匀的[de Saussure (33)]。

研究了二至日的影长，人们才能够准确地知道黄道的倾角（ϵ）(图112)。这是天文学的基本数据，公元前四世纪石申、甘德测量天体的赤经和赤纬时，大概就已经知道这种数据了。不过在《后汉书》以前，关于二至日的太阳赤纬，却没有准确数字可用。据《后汉书》记载，公元89年贾逵曾解

① 由于以前的人不了解这一点，结果，使公元前105年的历日被减去两天；但这并不象德莎素[de Saussure (25)]所怀疑的那样是什么有意的窜改。希腊比较早发现这个现象，公元前二世纪伊巴谷已知道四季的不均匀性[Berry (1), p. 46]。关于何承天的测量，可参阅 Maspero (4), p. 258。

释说："冬至日距极百一十五度，夏至日距极六十七度。"① 以二除两者之差，得整数二十四度②。在此后的数百年中，中国天文学家一直在继续测定二至日影长③，他们的数据已由宋君荣 [Gaubil (6)] 在 1734 年搜集并加以计算，但一直到 1809 年才付印④，作为拉普拉斯 [Laplace (1)] 论黄道倾角值缓慢减小的著名论文的附录发表。图 113 汇集了中国以及希腊、阿拉伯的几个测定值(后两者均经拉普拉斯订正)，并附纽康 (Newcomb) 和德西太 (de Sitter) 的理论曲线⑤，以资比较。从

① 《后汉书》卷十二第五页正面；参阅 Maspero (3), p. 276。

② 中国古度 24 度，折合现在的 23°39′18″，参看 Gaubil, (2), pp. 5, 8, 113, 114。宋君荣相信在落下闳的时代(公元前 105 年前后)曾采用此值，如果确实如此，则更不精确。总之，从未超过整数 24 度。但公元 178 年刘洪、蔡邕的历法著作中所列较精确的夏至日太阳赤纬，隐含着 $23\frac{15}{16}$ 古度的倾斜度，此著作现在收入《后汉书》卷十三(第二十一页反面、第二十三页反面)。公元 200 年刘洪的《论月蚀》(现在收入《后汉书》卷十二第十八页反面) 亦同。宋君荣 [Gaubil (6)] 把这几位天文学家所测定的公元 173 年二至日影长换算后，得出一个比以前大 3′45″ 的值(见图 113)。可惜，宋君荣从未确切地指出他所引用的中国书籍。参阅 Hartner (8)。

③ 参看《周髀算经》卷上第十页反面李淳风的注释。

④ 参看 Gaubil (7)。

⑤ 根据 *Nautical Almanac*, 1931。

图 112　黄道倾角与表影的关系［根据 Hartner (8)］

这条根据天体力学理论推导而得的曲线，我们可看出古代和中古代天文学家们的观测工作做得多么好。

如果这条理论曲线可以认为是最好的曲线，那末，至少应该承认古代的观测工作做得很好。但是，这种看法可能需要作重大的修改。由图上可以看到，公元初和公元前的一些数值大有偏高的倾向。托勒密(约公元 143 年)所得的偏高的数

值[①]，长期以来一直令人感到费解。刘洪和蔡邕（公元173年）的测定值载在《后汉书》，似乎测得十分仔细，其中夏至日黄道的北极距为67度强，“强”字意味着应再加八分之一度，即成为67度12分50秒（67.125度）。哈特纳［Hartner (8)］曾指出，此值应按太阳中心、而不应按其上部边缘计算。对蒙气差和视差作了订正后，所得黄道倾角值几乎和托勒密的相同（参阅图113）。各自独立进行的测量能如此互相一致，不能不令人注意。现在已经知道，表示此值的理论方程式（渐近级数）比天体力学迄今碰到的一切式子都更为复杂。

宋君荣和拉普拉斯对最早的观测（即被人想象为公元前1100年左右周公所进行的观测）特别感到兴趣。拉普拉斯（他本人未接触中国古书）对此作了过高的评价，同时，由于那次观测所提供的数值比其他都来得大，恰与拉普拉斯时代所承认的三千多年前的黄道倾角理论数值完全相合[②]，于是

① 参看 *Almagest*, I, 12。托勒密的观测结果是用天顶距（$\phi-\varepsilon$）来表示，而不是用北极距表示。

② 现在按近代纽康和德西太的公式来看，这个数值可能相当于公元前1900年至公元前1700年间的值。但是，把《周礼》所载的测量说成那么早，绝不可信。

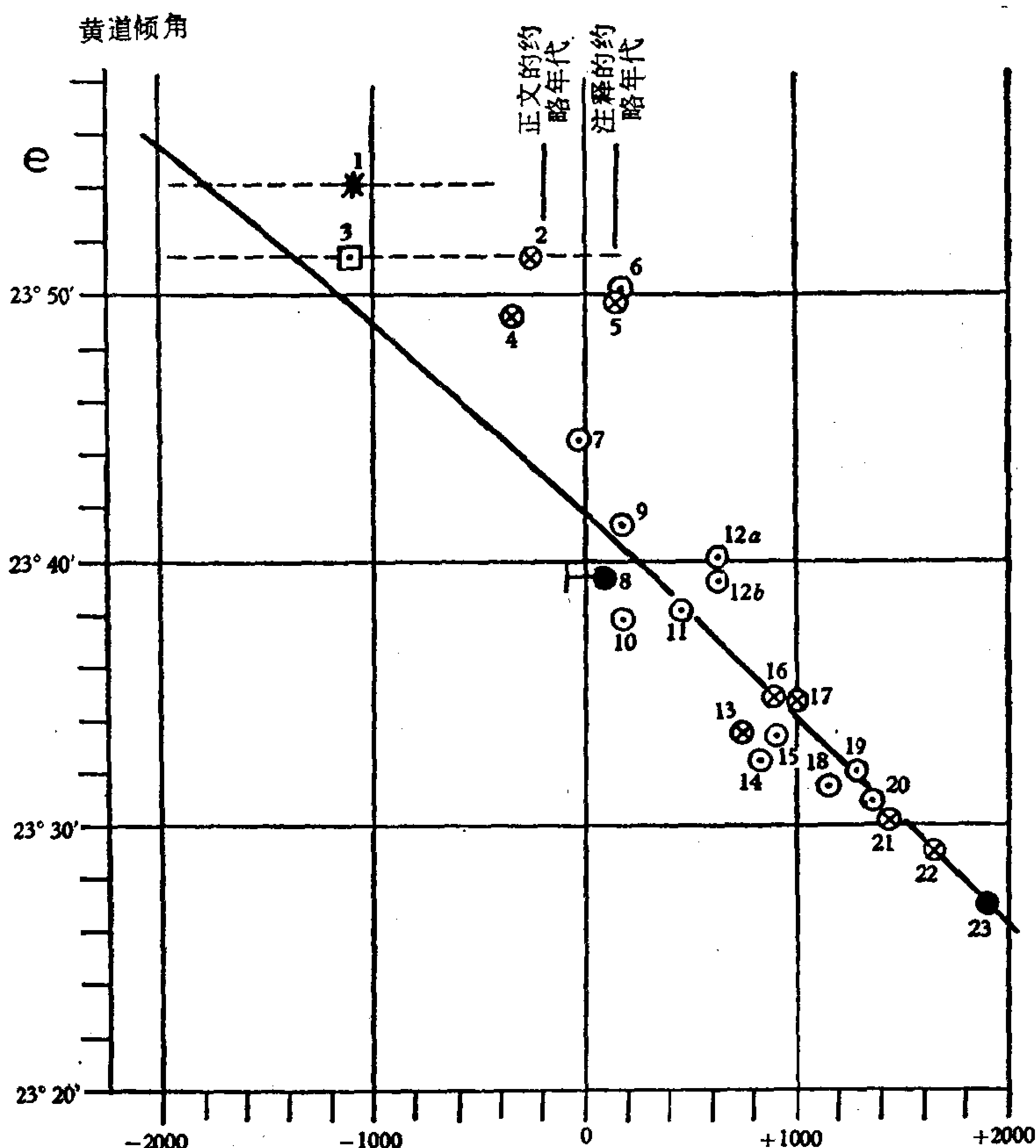


图 113　古代和中古代的黄道倾角测定值（见正文）

1《周礼》观测值。其观测地点、单位、长度、表杆高度均不详。2—3(虚线)《周礼》观测值，经哈特纳[Hartner (8)]重新核算，地点假定为阳城。2 埃拉托色奈斯[纳利诺和哈特纳订正]。3 拉普拉斯的理论值。4 匹太阿斯 (Pytheas)。5 托勒密（根据哈特纳)。6 刘洪和蔡邕（仅取中国古度 67⅓ 度一值；根据哈特纳)。7 刘向(宋君荣计算，哈特纳订正)。8 贾逵，年代上溯至落下闳，也是《周髀算经》所列诸值的期间。9 刘洪、蔡邕(二至，拉普拉斯据宋君荣著作推算)。10 刘洪、蔡邕(二至，《后汉书》的值)。11 祖冲之。12a, b 李淳风。13 马蒙观象台的值[Sind ibn 'Ali and Yaḥya ibn abi Manṣūr; Hitti (1), p. 375; Hartner]。14 徐昂。15 边冈。16 巴塔尼(al-Battānī)(纳利诺和哈特纳订正)。17 伊本·尤努斯(ibn Yūnus)(纳利诺和哈特纳订正)。18 刘孝荣。19 郭守敬。20 沙蒂尔 ('Ali ibn al-Shāṭir)。21 兀鲁伯(纳利诺和哈特纳订正)。22 卡西尼。23 现代值

这项测量便传播开来,各书竞相传抄[①]。但是,这项观测的始末根由是令人怀疑的。它的数据并不是出于任何一部断代史,而是出于《周礼》一书。现在我们知道,这部书虽然包含一些较早的材料[②],但成书却是在汉初[③]。并且正文中所包含的为计算所必需的数据只有一项[④],另外三项是从公元二世纪的注释中得来的[⑤]。可是二至影长的数据却见于其他古书[⑥],最重要的是《周髀算经》所载的数据[⑦]。我们

① 参看 Fréret (1); R. Wolf (1), vol. 1, pp. 421, 439, vol. 2, p. 96; (2), p. 7; (3), vol. 2, p. 79; Grant (1), p. 99; Berry (1); p. 11; Zinner (1), p. 288。

② 当然,宋君荣认为可能还要早八个世纪。

③ 在公元前 175 年前后一百年以内。

④ 《周礼》卷三第十四页反面所载夏至影长为"尺有五寸"。

⑤ 据《周礼》卷三第十四页反面郑众(公元 50 年至 83 年间著称)注,测量地点为阳城,表长为 8 尺。据卷八第二十九页反面郑玄(公元 127—200 年)注,冬至日影长为 1 丈 3 尺。

⑥ 刘向《洪范五行传》所载两种影长分别为 1 尺 5 寸 8 分及 1 丈 3 尺 1 寸 4 分。如果这个值是可靠的,则应是大约公元前 25 年的数值。此书散佚已若干世纪,但许多书中都保存着有关的引文,特别是唐代天文学家李淳风的《周髀算经》注(见该书卷上第十页反面)。另两个数字又与此不同,见于纬书《易纬通卦验》(1 尺 4 寸 8 分及 13 尺)。其时代也可能是公元前一世纪末叶。以上两者似均出于当时的测量,而不是出于周公。

⑦ 《周髀算经》卷下第六页反面、第七页正面。

在前面已看到①，这部天算著作的内容一定很古老，也许是孔丘那个时代的东西，并且影长数据和刚才所提到的都不相同，也许原是周公所测②。至于《周礼》上的数字，也完全不是抄自《周髀》。总之，这些计算的模糊之处(时间③、地点④、表长⑤和长度

① 参看前面第92，196页。

② "冬至晷长丈三尺五寸，夏至一尺六寸"。从这数字得到的黄道倾角值(据哈特纳)并不很大，和贾逵的记载几乎相同。从理论曲线看来，这个数值与公元三世纪相符合，与公元前一世纪不符，更不必说公元前十一世纪了。但这个数字可能经过后来的窜改。

③ 除了传说以外，没有任何根据把《周礼》和《周髀》中的数值归于周公的测量。

④ 有大量证据表明，汉代(甚至连周代)宇宙论学者都以河南洛阳东南约50哩的阳城(今告成镇，北纬34°26′)作为世界中心(地中)，圭表致日(用表杆测量日影)即在此地(根据董作宾等的看法)。后面(第284页)将谈到，用石块筑成的庞大圭表现在仍然屹立在阳城。但古代测量日影的地点则不能确定。不过，哈特纳博士经过计算后发现，如取阳城的纬度，并取太阳的中心而不取其上下边缘，则大多数黄道倾角值都在合理的范围以内(与本书作者私人通信)。

⑤ 方才说的李淳风注，曾提到1丈和1丈1尺的表。但哈特纳博士又发现，如按阳城的纬度计算，则表长约为7.9尺至8.5尺，在所有情况下几乎都大于8.0尺。

单位的大小[1]）是这样多，因而宋君荣和拉普拉斯所得的大数值只是给人以一种准确的假象罢了。

虽然如此，我们很难完全否定《周礼》所提供的数字[2]。最好的解决办法是把它们看作周代某地的测量，后来经外行人之手一代代传了下来。误差的范围很大，使我们有理由根据完全不同的历史背景给这项观测选定一个年代，并且可把这个年代定在公元前九至三世纪之间。至于使拉普拉斯大感兴趣的那次观测，值得指出的一点就是这次观测在世界各国古代观测记录中可能是最早的，并且它的数值似乎比后世所有的估计都来得大[3]。

总之，中国的一整套观测值（以郭守敬极精确的数值为最高峰），曾为十八世纪天文学家关于所

① 长度单位在计算中只是相对的量。但由于古时标准尺经常改变，因此，如果有一个不求精确的编纂者或抄书人把不同时代的测量混合在一起，或企图修正个别测量数值，那就很可能会造成严重的混乱。

② 特别是因为古《周髀》也提供了数值。

③ 如果汤姆 [Thom (1, 2)] 说得不错，那末，从欧洲巨石文化纪念物的位置，就可以推知公元前 2000 年左右黄道倾角的数据。这些数据同样有巨大的数值（平均 23°54.3′）。那些石块排成一条直线，以指出二至的日出、日没平经点。在这里无需作影长测量。

谓黄道倾角易变性的讨论提供了证据。1747年，欧拉（Euler）由其他行星的摄动求出了倾角缓慢缩小的微小数值，拉普拉斯研究宋君荣的手稿，就是为了寻求证实这一点的观测数据。

在整个中国历史上，圭表致日一事和其他天文学工作一样，是经过漫长的过程逐渐精确化的。《周礼》中只有二至影长，并未把一年二十四节气的影长一一列出；到了汉代，这些数字就全部出现了①。其中一部分，如《周髀算经》②和纬书《易纬通卦验》③所载，似乎是由简单计算得出的；但其他一些，如《后汉书·律历志》和《晋书·律历志》所载，则可能是真实的观测记录。我们记得，由于要解决太阳每日视运动的问题，结果曾出现了祖冲之（五世纪）和李淳风（七世纪）的有限差数法④。

由于计算方法幼稚，曾经产生了另一长期存在的错误想法⑤，即认为从古阳城的"地中"算起，

---

① 参阅魏德纳［Weidner（3）］所载公元前700年左右巴比伦的相似观测值（Mul-Apin tablets）。

② 《周髀算经》卷下第六页反面和第七页正面。

③ 《古微书》卷十五第一页正面那一节。

④ 参阅数学一章第九节第（5）小节。

⑤ 例如，《晋书》卷十一第六页反面所引《浑天象说》及《续博物志》卷一第五页反面。

向北每差一千里影长增一寸，向南每差一千里影长减一寸①。从《周礼》②可明显看出，人们曾通过影长的观测来确定郡国疆域的纬度③。许多实测记录都给上面这个想当然的关系式提出反面的证据。公元445年，何承天在印度支那的交州（现在的河内，在阳城之南五千里处）和林邑同时进行实地测量④，所得到的结果是每隔一千里影长差3.56寸。公元508年曾进行过同样的测量，公元600年左右，刘焯⑤又测过一次。

有趣的是，还有一项更早的记录是九真太守灌邃的观测结果。公元349年，他为了攻击林邑地方范文所率领的占婆人，曾领导了一次成功的远征。灌邃在率领军队深入今越南境内后，发现了这样的情况："时五月立表，日在表北，影在表

① 这里的错误在于没有考虑到地面的曲率。

② 主要参阅 Biot (1), vol. 2, p. 279。

③ 无论如何，在汉代肯定已付诸实行，至于周代自何时开始实行，则很难说。

④ 这是利用刘宋远征这个南方王国的机会进行的。参阅 Cordier (1), vol. 1, p. 333。也可参阅 Gaubil (2), p. 50。

⑤ 见《畴人传》卷十二。有趣的是，据说刘焯曾提出需要请水利工程师、测量家和数学家协助。

南九寸一分，……故（该国居民）开北户以向日”。[①]于是中国人知道，在北回归线（此线恰好在广州以北）以南，一年中有一部分时间正午的阳光向南投影，这是亚历山大时代的希腊人也已经知道的。灌邃所到的地点曾被认为是北纬13°，即芽庄(Nha-trang)附近；但戴通伯[Destombes (1)]近年根据所有可利用的古书进行了计算，结果发现这个地点应当在17°05′和19°35′之间。由此看来，这个地点的纬度大概与海南岛的最南点相当。

但是，最完整的一套数值，却是公元721年至725年间南宫说和僧一行所率领的考察队测得的。据说[②]当时从极平纬17.4°的林邑[③]到40°的蔚州[④]，共设观测站九处（包括阳城）。各站沿着这

① 《文献通考》卷三三一第十六页正面；译文见 Hervey de St Denys (1), vol. 2, p. 427。译者的附记中误认为灌邃已越过赤道。

② 《旧唐书》卷三十五第六页正面那一节，节略见《通鉴纲目》卷四十三第五十一页正面那一节；参阅 *TH*, p. 1407；《唐会要》卷四十二（中华书局排印本第755页）。

③ 林邑的首府即占婆的因陀罗城(Indrapura)，距现在越南中部的顺化不远。

④ 现在山西北部灵丘附近的古城，靠近长城，纬度和北京几乎相同。

条长 7973 里（已超过 3500 公里）的子午线[1]，用标准的八尺表同时进行了冬、夏二至的影长测量。史书津津乐道地说，公元五世纪交州的测定值[2]已在这些测量中得到了证实。这样，就估计出相当于 1 度的地面距离是 351 里 80 步，而日影长度是每隔一千里差 4 寸左右，换句话说，即为“先前的学者”所采用的数值的四倍[3]，世界各地在中古代初期所进行的有组织的野外测量，以这一次最值得注意[4]。

一行所测的子午线，过去估计为 13000 里（5700 公里）。其最北一点，在贝加尔湖附近突厥铁勒部所在之地。这一点的数值虽说宋君荣已列入表中，但从史籍原文看来，似乎是用外推法得到

---

① 观测站大多数设在黄河南北的大平原上，只有一个在中国本部的北疆，两个在遥远的南方（印度支那）。各点并不完全在一条南北向的直线上。

② 交州即东京（河内），影长测量值为 3.3 寸（南向）。

③ 参看宋君荣 [Gaubil (2), p. 76] 所列的表。宋君荣写道：“至于僧一行，他主要是取得了北极高度的大量观测数据，确定了与纬度相当的里数，人们应当永远感谢他。”

④ 主要观测者大相和元太（似是僧人），也负责指挥这次为绘制南天星图而进行的远程考察队（参阅前面第 236 页）。

的，并不是出于实测①。五百年以后，即公元 1221 年，道家人物邱长春及其随行人员在去撒马尔罕进谒成吉思汗的途中，曾在蒙古北部克鲁伦河畔（约北纬 48°）测量过夏至日的影长②，完成了一行的测量工作。

当所测得的影长可为宇宙论的计算服务时（由于缺乏其他知识，例如地球表面的曲率，所测的影长有些是肯定不会精确的），所有测定值中最重要的是零点值，所谓零点就是影长最大和最小的时刻。零点值对于制历来说是非常重要的。董作宾（1）研究卜辞中有关天文和历法的材料时指出，卜辞中曾提到 548 这样一个数字；这片卜骨的年代可准确地定为公元前 1210 年。这一数字非常重要，因为 365.25 的 1.5 倍即 547.875；可见，它的含意是："由冬至复至冬至，更至夏至，其日数为五四八日。"因此，毫无疑问，公元前十三、十

① 这个地点的极平纬为 51.8 度。选择这一地点，是因为它（在阳城之北）与阳城之间的距离等于南方的林邑与阳城之间的距离。

② 这是李志常记录下来的，见他所著的《长春真人西游记》[译文见 Waley (10), p. 66]。

表 30 回归年和恒星年的岁余数值

	岁余	
	回归年零数（日）	恒星年零数（日）
真值	——	0.25637
真值（经计算）:		
汉（公元 200 年）	0.242305	——
唐（公元 750 年）	0.242270	——
元（公元 1250 年）	0.242240	——
由卜辞(公元前十三世纪)推得①	——	0.25
刘歆(《三统历》,公元前 7 年)②	0.250162	
祖冲之(《大明历》,公元 463 年)③	0.242815	——
郭守敬(《授时历》,公元 1281 年)④	0.242500	——
韩翊《(黄初历》,公元 220 年)⑤	——	0.255989
刘焯(《皇极历》,公元 604 年)⑥	——	0.257610
一行(《大衍历》,公元 724 年)⑦	——	0.256250
郭守敬(《授时历》,公元 1281 年)⑧		0.257500

① 参看董作宾（1)。
② 《晋书》卷十八第十六页正面。
③ 《宋书》卷十三第二十六页反面。
④ 《元史》卷五十二第十五页正面；卷五十四第一页正反面。
⑤ 《晋书》卷十七第二页正面。
⑥ 《隋书》卷十八第十八页正面。
⑦ 《新唐书》卷二十八上第一页正面，第二页正面，第四页正面。
⑧ 《元史》卷五十二第十五页正面；卷五十四第一页正反面。

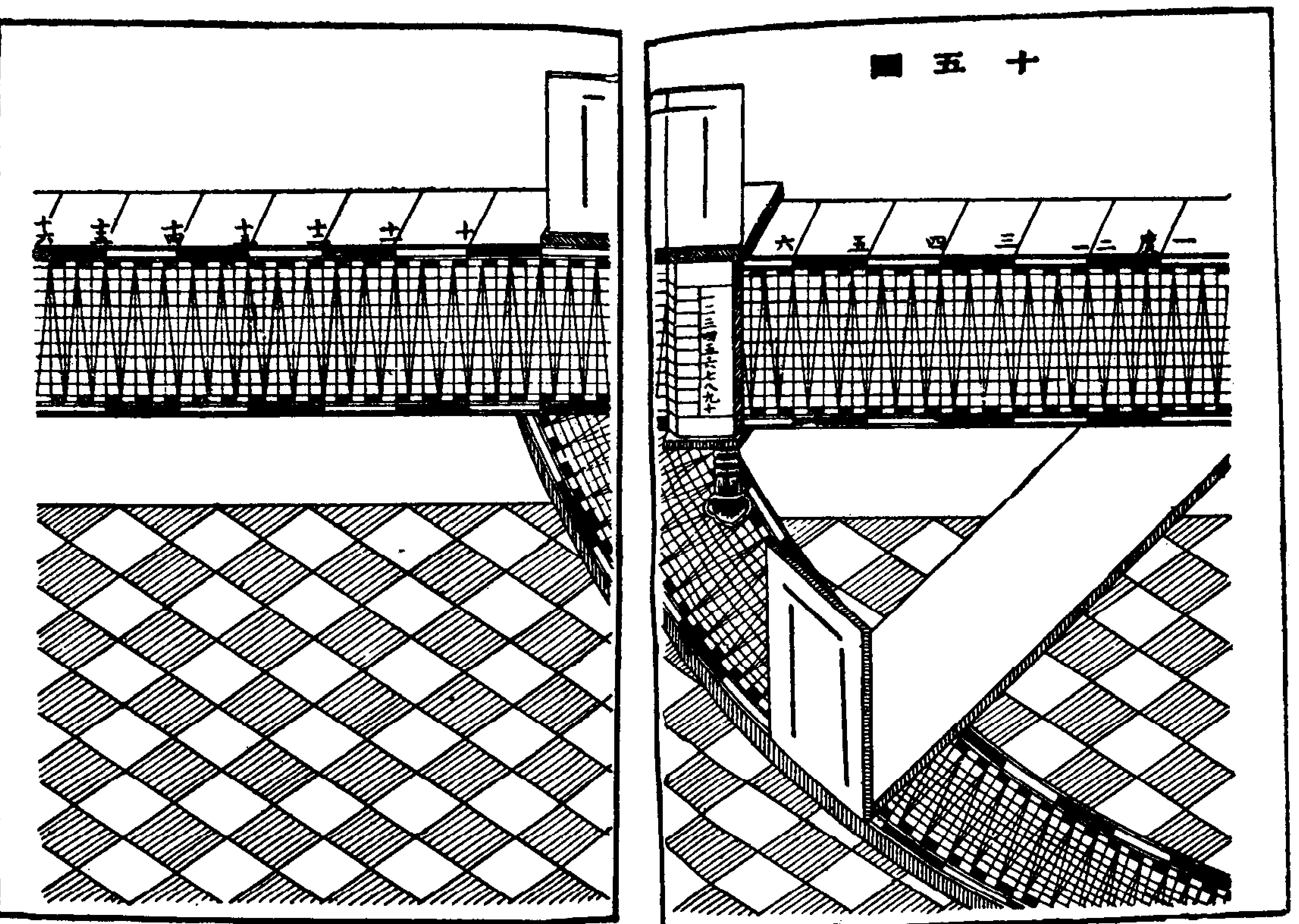


图114 《图书集成》中的洪迈尔"游标"分度

四世纪殷人制历时是用表杆来测定二至的，这种历法已作为《古四分历》而传至后世。当时显然已经进行了有规则而且连续不断的观测工作，时间至少有四个回归年，这是可凑成整日数的最短的时间。自古以来，中国历算家一直在追求回归年日数（岁实）奇零部分（岁余）的精确值，马伯乐①曾举出二十三个不同的数据②。我们从表 30 可看到一些最接近精确值的数据，其中有些是很早的。史书所载都不是十进位数，而是分数，只有郭守敬的是例外。

(2) 巨型石造仪器

人们为追求准确性而建造异常巨大的仪器，是天文学史上最有趣的话题之一。人们之所以这样做，主要是由于对当时的金工所能达到的精确度日益不满；不过，伴随着欧洲文艺复兴而在应用技术方面取得的巨大进步不久便传播开来，因而

---

① 参看 Maspero (4), p. 233。

② 他所收集的大批材料都使人想到京策尔 [Ginzel (3), p. 77] 的明确论断，即中国古时并不知道“岁余”。

消除了人们对巨型石造仪器的需要①。巨型化的趋向首先在中国和阿拉伯天文学中表现出来，在第谷的一些仪器[特别是奥格斯堡(Augsburg)的“大象限仪”和乌拉尼堡（Uraniborg）的墙象限仪]②上也可以看到，而在十八世纪的印度天文台上达到最高潮，那已经是很晚的时候了③。

郭守敬的巨型表建于元代（约1276年），我

① 除较好的金工机械的推广以外，还要指出，推广横点线分度法的第一人是英国东北航线远征队的领航长理查德·钱塞勒（Richard Chancellor，公元1552年或1553年），当时他和约翰·迪伊（John Dee）共事。这是第谷从约翰·洪迈尔（Johann Hommel，公元1518—1562年）学来的“之”字线系统的变种。公元1542年左右努涅兹（P. Nuñez）记述了另一种方案，即同心圆系统，但不很有用[参阅 R. Wolf (3), vol. 1, p. 392]。韦尼埃（P. Vernier）的游标尺是公元1631年流行的[Houzeau (1), p. 953]。北京耶稣会传教士的平纬象限仪及平经环均用洪迈尔分度法(1952年作者亲自看见过;见图114)。测微器是威廉·盖斯科因（William Gascoigne）在1640年左右发明的，望远镜照准器（telescopic sights）是罗伯特·胡克在1667年左右公开演示的[Andrade (1)]。

② 这两种仪器的半径各为20呎和8呎[Raeder, Strömgren & Strömgren (1), pp. 29, 89]。

③ 参看 Kaye (4, 5)；也可参看亨特（W. Hunter）最早的记述(1799年)。

们现在讲到它，必须考虑到上述历史背景。公元 995 年阿布耳·瓦发·布兹贾尼（Abū'l-Wafā' al-Būzjānī）[①] 曾使用半径近 22 呎的象限仪，哈米德·伊本·基德·库江迪（Ḥāmid Ibn al-Khiḍr al-Khujandī，卒于公元 1000 年）[②] 的六分仪半径长达 57 呎。兀鲁伯（他的天文台在撒马尔罕，自公元 1420 年左右开始工作）的仪器，据说和拜占廷圣索菲亚大教堂的屋顶一样高，换句话说，高度是 180 呎[③]。塞迪约 [Sédillot (3)][④] 曾引用十一世纪的一位阿拉伯天文学家[⑤] 的话：假如能造一个一端架在锥形架上、另一端架在莫卡塔姆山（Mt. Mocattam）上的大环，他也愿意去造，因为仪器愈大，观测愈精。郭守敬的工作虽说显然具有独立性，但我们以后将看到[⑥]，那是在具有阿拉伯

① 参看 Mieli (1), p. 108; Hitti (1), p. 315。

② 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 667。

③ 从出土部分的照片来看，传说似乎是可靠的 [照片见 Christie (1), opp. p. 184]。卡里-尼亚佐夫 [Kari-Niyazov (1)] 叙述甚详，附图很多。

④ 参看 Sédillot (3), pp. lvii, cxxix。

⑤ 这位天文学家是魁拉伽（al-Qaraqa），据马克里齐（al-Maqrīzī）所引 [Mieli (1), p. 270]；参看 Nolte (1), p. 14。

⑥ 参看后面第 473 页。

传统的天文学家参加之下，并且是在传入波斯马拉加天文台（Marāghah observatory）的模型或仪象图之后完成的，他的表自然是中国天文学的一种发展，但看来确实受到了阿拉伯仪器巨型化倾向的激励。

关于郭守敬的巨型表，董作宾、刘敦桢和高平子(1)的调查报告①作了很好的说明。至今在洛阳东南50哩的告成镇(古阳城)，还矗立着一座不寻常的建筑物，人们称之为周公测景台（见图115—117）②。台呈截顶棱锥形，台基周长约50尺，上部周长约25尺。两旁有梯直达台上③，台面北侧

① 可惜，这篇发表于1939年的极好的论文，在马伯乐[Maspero (4)]同年发表的关于中国天文仪器的专著中未能引用。

② 它与巴比伦的“吉古拉特”（Ziggurat）建筑大体相似，这一点是值得注意的。

③ 耶稣会传教士对此印象极深。卫匡国[1]的《中国新地图》[Martin Martini: *Novus Atlas Sinensis* (1655), p. 62] 有下列的话：“其中登封一地不应草率记述，因华人又以该地为地中。今在台上仍可见一直立于铜制平板上之巨表，此表分为数部分；平板表面按巨表所分之部分各配以长线。周公（据中国传说，是一占星家兼历算家，是当时皇室的最高官吏）曾用此仪器观测影长，并研究此台所能测得之北极高度等。此人生于公元前1120年，常到此地观星台上，观测星辰之永恒运行及运行周期，所谓观星台乃一观测星辰之高台。……”

1）卫匡国在本书第一卷中译为马丁·马蒂尼。——译者

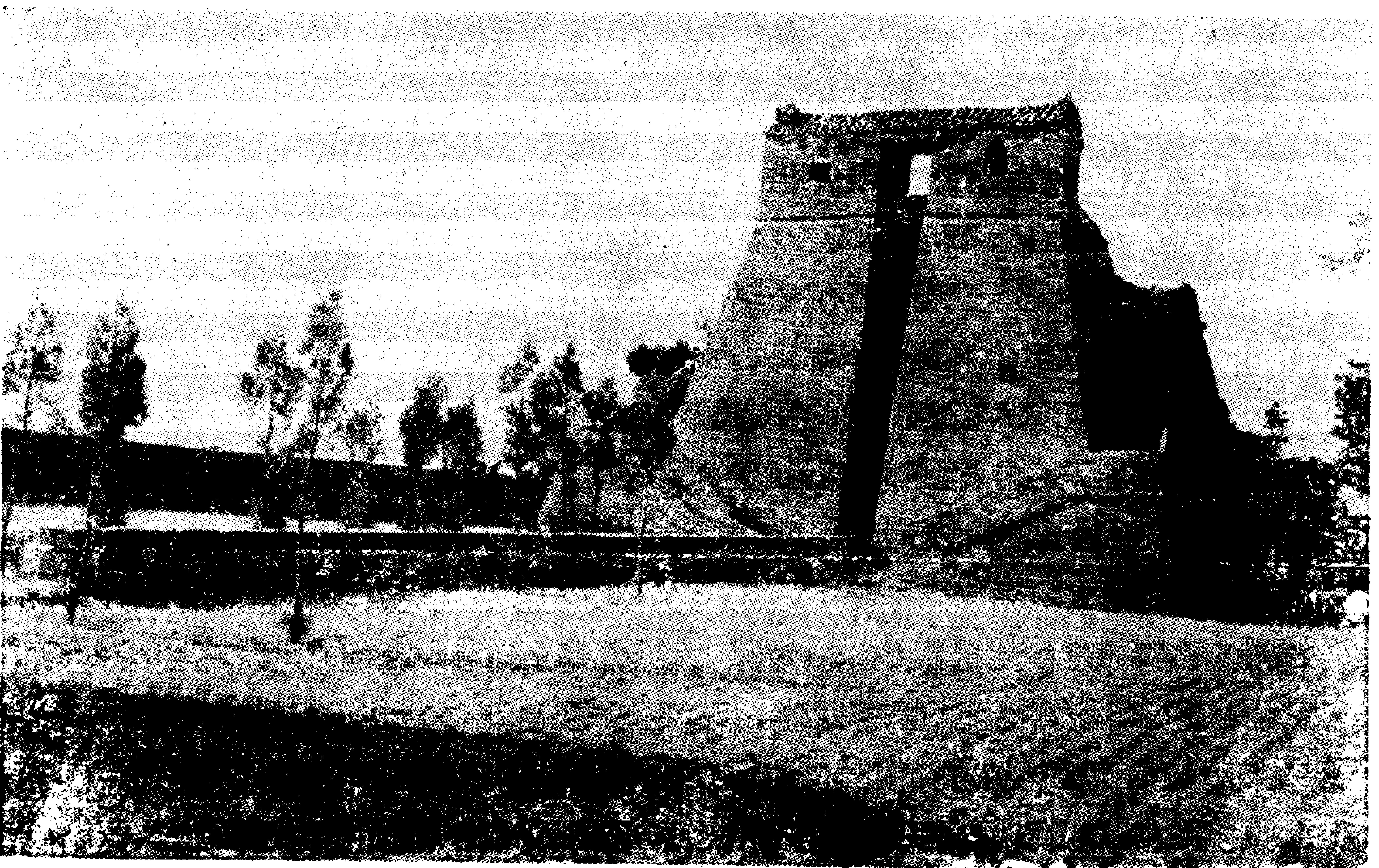


图 115 周公测景台（董作宾等摄），在河南告成镇（古阳城）。阳城在洛阳东南，距洛阳约 50 哩，中国古代天文学家以此地为“地中”。原来的测景台是郭守敬在公元 1276 年左右建造的，用来配合 4 丈长的巨型表；现存的台是明代重修的。表直立壁龛中，影长可从附有刻度的水平石圭测出（详见正文）。台上一室安置水钟（也许是水动机械钟），另一室可能是供安置浑仪之用

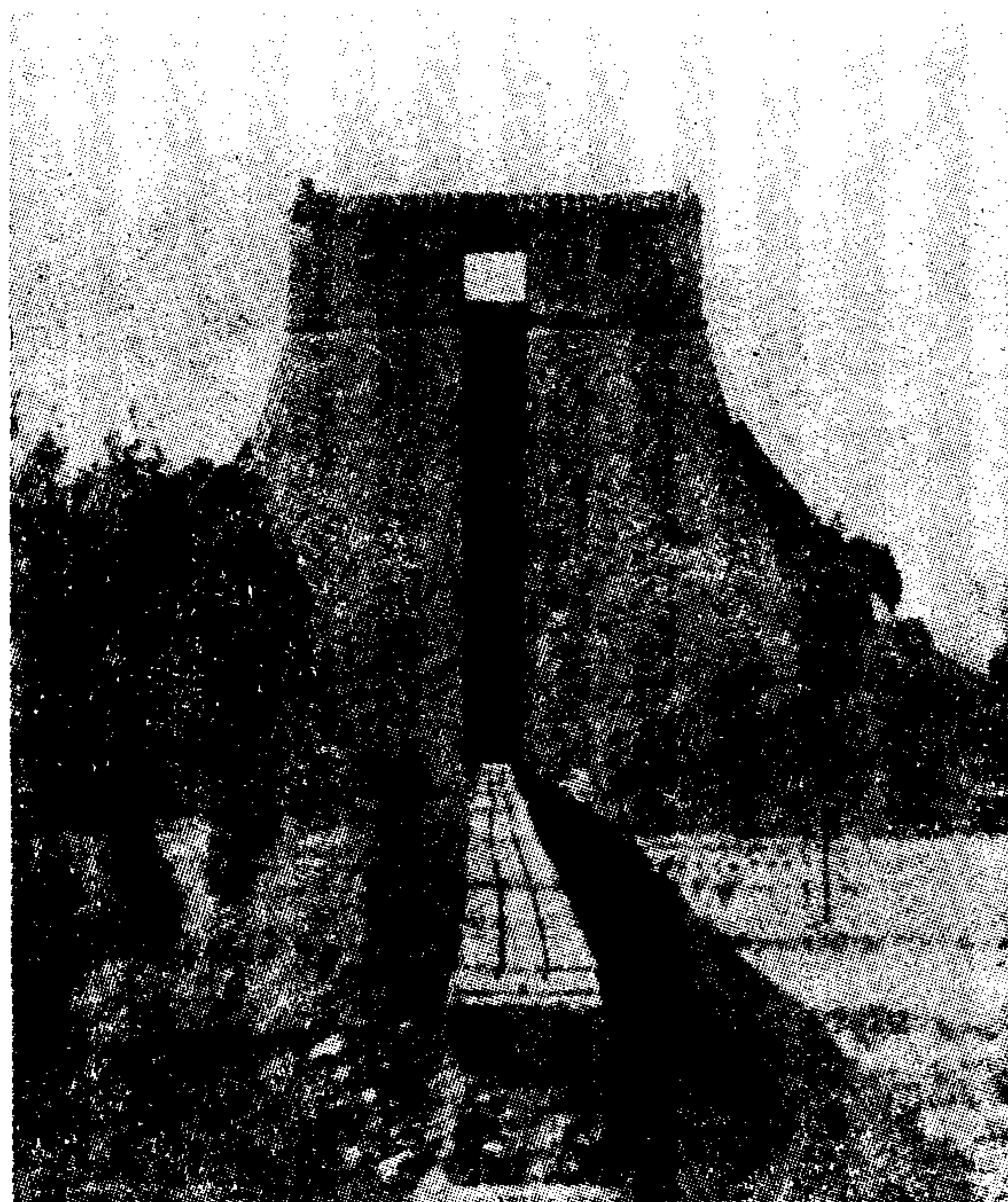


图 116　阳城周公测景台；下为石圭，圭上有水平槽二条（董作宾等摄）

有平房三间，中间一间很开阔，从这里可清楚看到四丈长的巨型表（今已不在）的顶端和所投下的影子。台顶称为"观星台"，原来大概有测定天体上中天的杆子，据记载，有一室曾设置巨大的漏壶。台基北侧沿地面铺着"量天尺"，长在 120 尺以上。石圭上除刻度以外，还有平行水槽两道，两端连通形成一水准器。石圭伸入测景台内部（测景台中



图 117　阳城周公测景台；
石圭俯视图（董作宾等摄）

间断开以容纳石圭的伸延部分），因此圭的石座处在台顶观测室的中室壁下，与室壁成直角。巨型表基本上可以肯定是一根独自直立的长杆，嵌在石圭南端的承座中。台面高出石圭仅约28尺，整个建筑用砖砌成。据《元史》记载，另外有三个地方也曾请立四丈长表，这三个地方即大都（今北京）、上都（元代的夏都，在今内蒙古自治区，即英

国古诗中的 Xanadu）和南海(广东)，但事实上只在阳城和大都设置了圭表，只在阳城（“地中”）一地建成了如此高耸的测景台。

董作宾和他的合作者引证大量古书来证明，至迟从汉代起，阳城便是史官从事“标准”二至测影的地方①，虽然不能肯定元代以前是否有象现存的建筑那样大的测景台，但孔庙前的石表至今还在。此石表是公元723年南宫说所建，高度恰合唐开元尺8尺，到夏至那一天，所投下的影子不超出它的笨重的斜截头角锥形石座之外。关于唐代测景台的样子，我们从朝鲜现存的一座极有趣的瞻星台也许可以得知其大概（图118)。此台在靠近东南海岸的庆州，建于新罗善德女王在位时期(632—647年)②。这座瓶形的石结构建筑高约30呎，向北极星开一大窗，顶上有木质的平台，供安置浑仪和夜间观测之用。

《元史》关于圭表的叙述值得转录在这里：

---

① 例如，《隋书》卷十九引虞喜《安天论》（马国翰《玉函山房辑佚书》卷七十七第四页反面）的记载说：“落下閎为汉孝武帝于地中转浑天，定时节。……”

② 《三国史记》卷五。参阅佚名（5）；Rufus（2），p. 13。

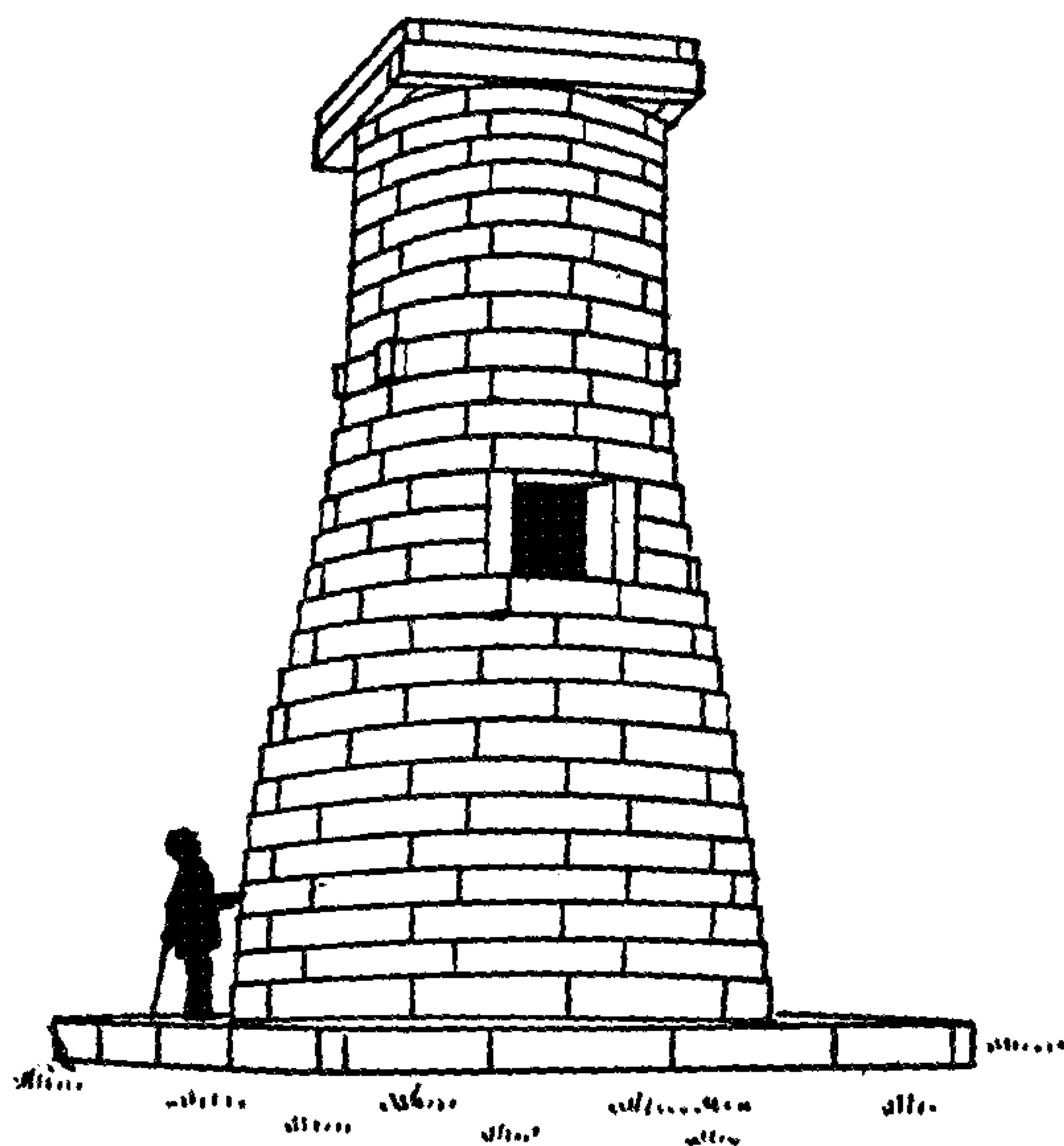


图 118　朝鲜庆州的瞻星台，建于公元 632—647 年间［采自佚名（5）］

刻度的尺（圭）是用石造成的，长一百二十八尺，宽四尺五寸，厚一尺四寸；石座高二尺六寸。在南北两端各挖一个圆池，每个池的直径为一尺五寸，深二寸。从表的北边一尺的地方划出一道四寸宽的中心带，共长一百二十尺，在带的两边画分尺、寸、分，直到北端。在带的两边离带一寸的地方有水渠，深一寸，和两端的水池相连，以便得知是否水平

放置。

表用青铜(?)[1]制成，长五十尺，宽二尺四寸，厚一尺二寸，插在圭南端的石座中，入地深达十四尺，在圭上露出三十六尺。表顶分出两条龙，以便支撑横梁。从梁中心到表顶为四尺，所以离圭顶共四十尺。横梁长六尺，直径三寸，上面有一个水槽，以便得知是否水平放置[2]。它的两端和中腰各有横孔，直径二分，各插入五寸长的棒，棒上系有铅垂线，以便确定正确位置并防止偏斜。

如果表很短，那末，圭的分度必须又密又细，尺寸以下的分度大多不易确定。如果表很长，刻度就较易读出，但不便之处是影色淡而且界线不清，也难得到准确的结果。从前的观测家们为了确定影子的真实界线，曾试图用望筒或尖顶的表和木环，以及一切可以更容易地读出圭上影痕的仪器。但是，现在采用长度为四十尺的表，圭上的五寸的刻度

---

① 董作宾以为是用黄铜制成的。

② 现代子午仪的“跨上准”仍使用这种技术［Spencer-Jones (1), p. 79］。

相当于以前的一寸，这样，比尺寸更小的小刻度也很易辨别了。①

〈圭表以石为之，长一百二十八尺，广四尺五寸，厚一尺四寸，座高二尺六寸。南北两端为池，圆径一尺五寸，深二寸。自表北一尺，与表梁中心上下相直，外一百二十尺，中心广四寸，两旁各一寸，画为尺、寸、分，以达北端。两旁相去各一寸为水渠，深广各一寸，与南北两池相灌通，以取平。

表长五十尺，广二尺四寸，厚减广之半，植于圭之南端圭石座中，入地及座中一丈四尺，上高三十六尺。其端，两旁为二龙，半身附表，上擎横梁。自梁心至表颠，四尺；下属圭面，共为四十尺。梁长六尺，径三寸，上为水渠以取平。两端及中腰各为横窍，径二分，横贯以铁，长五寸，系线合于中，悬锤取正，且防倾垫。

按表短，则分寸短促，尺寸之下，所谓分、秒、太、半、少之数，未易分别。表长，则分寸稍长；所不便者，影虚而淡，难得实影。前人欲就虚影之中考求真实，或设望筒，或置小表，或以木为规，皆取端日光，下彻表面。今以铜为表，高三十六尺，端挟以二龙，

① 《元史》卷四十八第八页反面。译文采自 Wylie (7)，经作者修改。

举一横梁，下至圭面，共四十尺，是为八尺之表五。圭表刻为尺寸，旧一寸，今申而为五，毫厘差易分别。〉

到此为止，除仪器尺寸有所增加外，没有什么新的东西，但下文所说的零件"景符"("影符")，看来是个巧妙的新发明：

影符（影痕判定器）是用一个宽二寸、长四寸的铜叶制成的，中心穿一个针孔。它有一个方形支架，并装在机轴上，以便作任何角度的转动，如果铜叶北边高、南边低，即与入射光成直角。这个仪器可以前后移动，以便达到横梁的影的中部，这个影的界线并不十分分明。在让针孔透过日光时，就可见到一个不大于米粒的影象，并可以朦胧地看到横梁在影像中部。在用表顶端测晷的旧法时，投下影子的是日面上缘来的光线。但是用这种方法和横梁配合，可以得到来自日面中央的光线而毫无差错。

公元1279年5月30日，我测得夏至日影长为12.3695尺；同年12月11日则测得冬至日影长为67.7400尺。①

① 由作者译成英文，借助于 Maspero（4）。

〈景符之制：以铜叶博二寸，加长博之二，中穿一窍，若针芥然。以方阃为趺，一端设为机轴，令可开阖。搘其一端，使其势斜倚，北高南下，往来迁就于虚梁之中。窍达日光，仅如米许，隐然见横梁于其中。旧法一表端测晷，所得者日体上边之景；今以横梁取之，实得中景，不容有毫末之差。

至元十六年己卯夏至晷景，四月十九日乙未，景一丈二尺三寸六分九厘五毫。至元十六年己卯冬至晷景，十月二十四日戊戌，景七丈六尺七寸四分。〉

这段文字一向被误解了。宋君荣 [Gaubil (7)]、伟烈亚力 [Wylie (7)]、甚至还有董作宾 (1)①，都以为景符是装在表的顶端的。而马伯乐 [Maspero (4)] 却令人信服地指出，事实恰好相反，它沿着带刻度的水平圭尺往来移动，和透镜一样，起着使横梁成像的作用。郭守敬应用针孔成像的原理并不令人感到奇怪，因为我们在本书物理学一章可以看到，中国科学家至少比此早三百年就已经熟知这种原理，照相暗箱可能就是从他们手里传到阿拉伯的。何况在元代天文学家杨桓（与郭同时，卒于公元 1299 年）的话里，便有证据

① 但他已估计到，其光学原理类似于现今的照相暗箱。

可以证实马伯乐的解释①。

郭守敬及其助手的观测结果载在《二至晷影考》中，但此书失传已久，目前在研究郭的成就时，《元史·天文志》是我们唯一的根据。拉普拉斯本人也认为，就日至测影而论，在十三世纪中当以四丈长表的测定结果为最精确②。

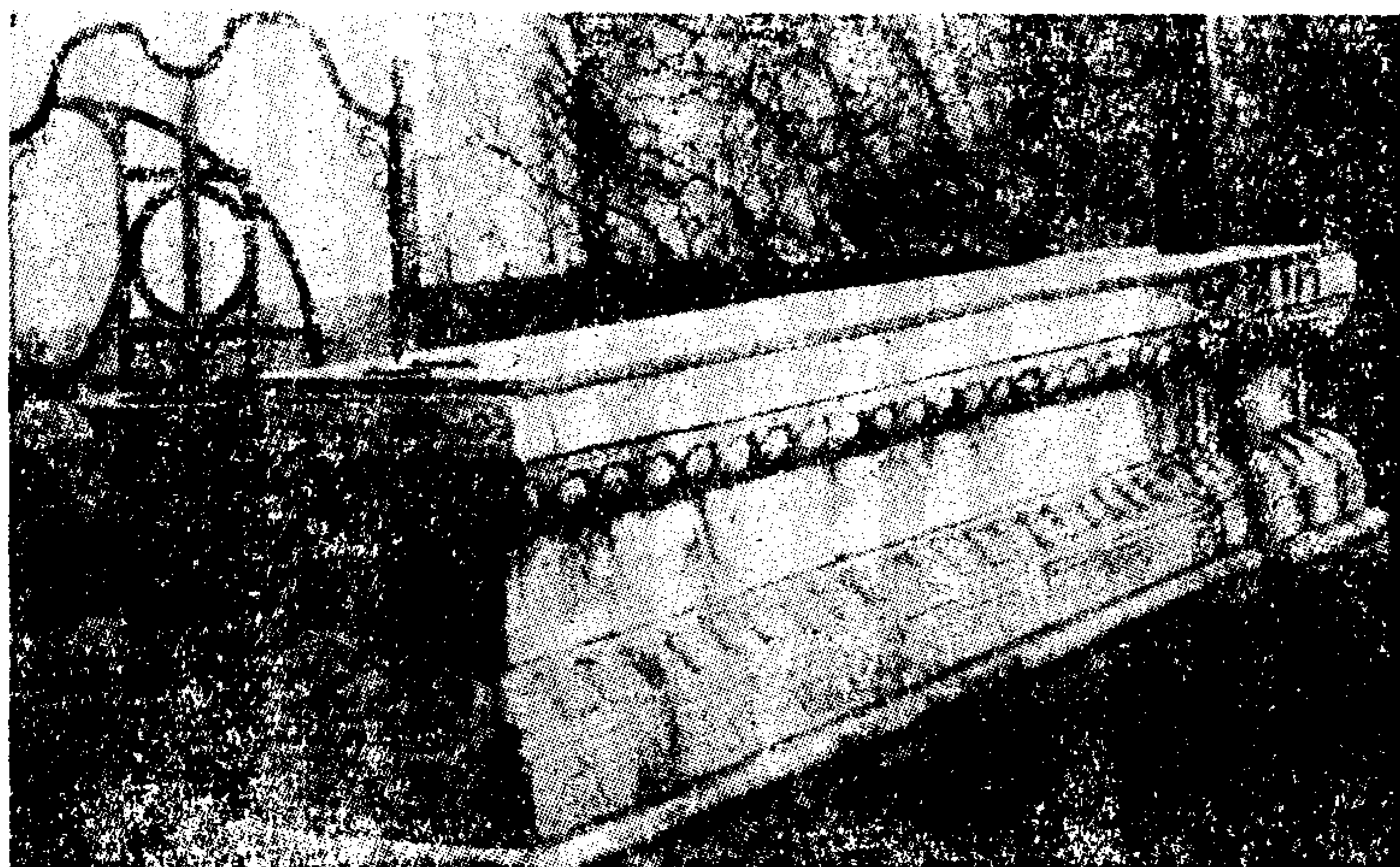


图 119 表和铜圭，约建于公元 1440 年，1744 年重修，并采用新的大理石座。它们现今仍在北京，但不在原处（图片选自惠普尔博物馆）。左后方是纪理安（Stumpf）的象限地平经纬仪的小型复制品，现存南京

① 《图书集成·历法典》卷一〇八第三页反面。

② “公元 1277 年至 1280 年期间的观测之所以重要，是由于它们的高度精确性，也由于它们明确地证实了地球轨道倾角和轨道偏心率自那时迄今的缩小。”[Laplace (2), p. 398]

中国直到明代才使用上端有孔的表，大概在耶稣会传教士入华以前已经在用。马伯乐[1]通过冗长的分析指出，把这项成就归之于汉代人，是由毕瓯《周髀算经》译本[2]中的一处误译引起的；那段话讲的是太阳直径的计算（计算错误），本来讲的是使用窥管，与针孔成像无关。不过，关于公元1440年的圭表，我们倒有几条材料，那个表在1744年经过重修，直到1900年还保存在北京旧观象台（见图119）[3]。它原来安装在一间幽暗的大厅（圭影堂）里，在八尺长表杆[4]的顶端有一孔接受由天窗射入的阳光[5]。这是一种可与周公测景台相比的庞大印度式仪器，所不同的只是印度仪器用弧形的象限仪承接阳光，而不用水平的圭尺[6]。

① 参看 Maspero (4), pp. 273 ff.。

② 参看 E. Biot (4), p. 605。

③ 我在1946年春参观时没有见到，不过当时旧观象台（在城墙上）下的房屋均已上锁。法布尔（Fabre）的游览指南也未提及。1952年，我曾见一大理石石座立在房屋以南的露天处，可能就是圭表的石座。参阅常福元(1)；陈遵妫(6)，第55页。

④ 清代重修时，已增为一丈。

⑤ 详见《大清会典》卷八十一第一页反面。

⑥ 别的长表现在还有保存着的。1956年，我有机会研究意大利波罗那的圣彼得尼奥（San Petronio）教堂的“表”，其实那只不过是教堂屋顶上的一个孔穴。这个“表”是卡西尼在1695年设计的，高81呎，地板上的二至影长标记相距168呎。

把印度天文台和周公测景台作一比较，是颇有意思的。印度各天文台的创建者是斋浦尔(Jaipur)的摩诃罗阇·贾伊·辛格(Maharajah Jai Singh, 1686—1743年)。他在德里、斋浦尔、乌贾因(Ujjain)、贝拿勒斯(Benares)等地造了四十多件仪器[①]。虽然这些工作是印度人自己做的，但他完全墨守穆斯林阿拉伯天文学的成规，并把自己看作兀鲁伯的继承者[②]。不仅如此，许多欧洲天文学著作对他也有影响，他在观测中应用弗拉姆斯蒂德(Flamsteed)和德拉伊尔(de la Hire)的学说并不比用托勒密的少。

贾伊·辛格所监造的石结构、灰泥结构和金属结构的巨型仪器(参阅图120)，可举出以下几个类型[③]：

(1) 桑罗特扬陀罗(Samrāṭ yantra,“巨尺仪”)，

---

① 下面的摘要是根据凯伊[Kaye(4, 5)]的精心研究写成的。1942年笔者曾访问德里古天文台(Jantar Mantar)，甚为愉快。参阅Dar(1)。冯克卢贝尔(H. von Kluber)博士允许采用他尚未发表的照片，对此我们深表感谢。

② 他的恒星表经诺贝尔[Knobel(3)]整理后，颇有价值。

③ 印度的四个古天文台并不全都具备这些仪器，我们在这里把仪器全部列出，是为了便于下文引用。参阅Soonawala(1)。

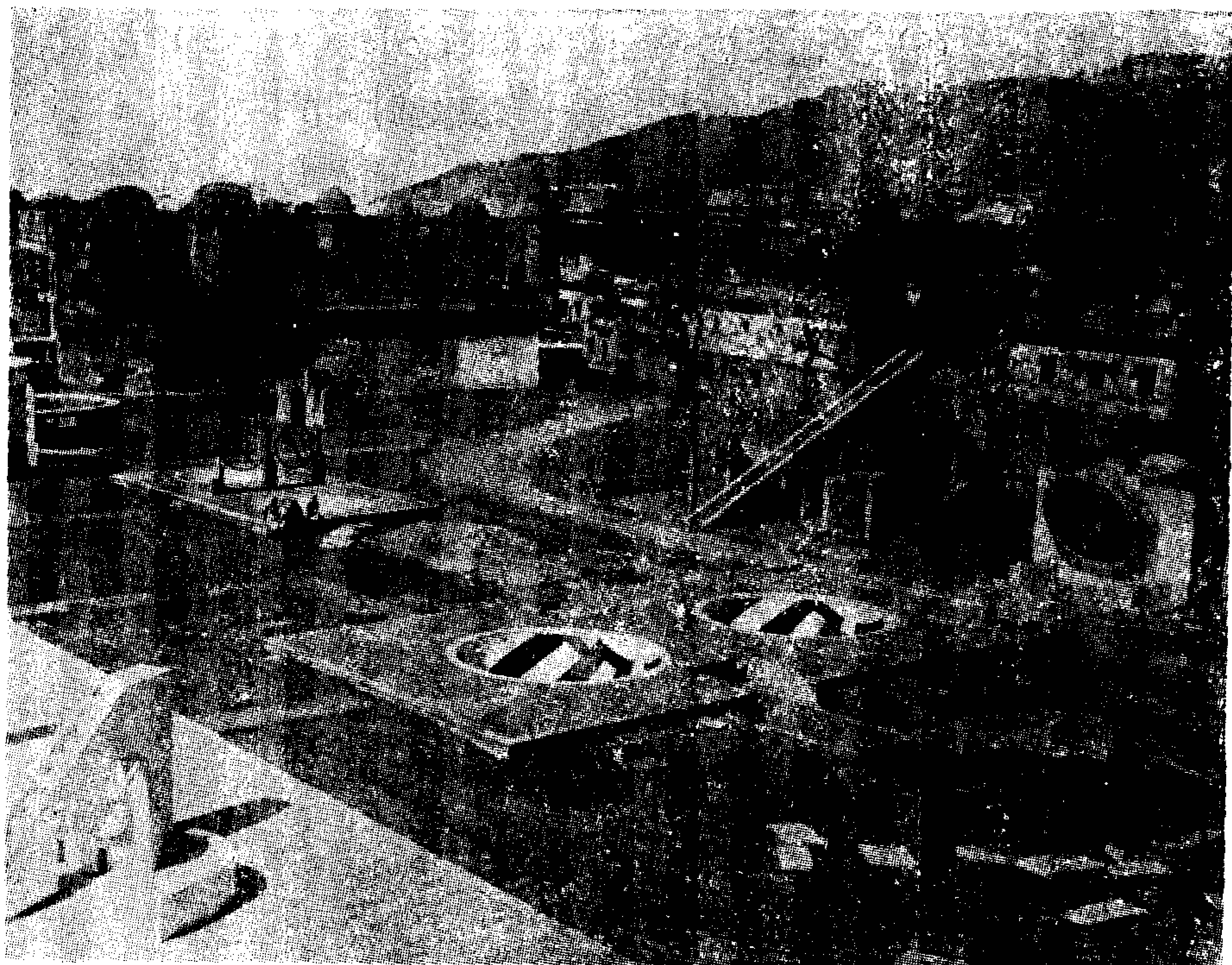


图 120 斋浦尔的贾伊·辛格天文台(约 1725 年),自巨型二分日晷顶上俯视。前方是两个仰仪式日晷 (jai prakāśa), 右方是接近中国式的赤道日晷 (narivalaya yantra)。 左前方可看到一个白色黄道日晷,仰仪式日晷的后面另有一小型二分日晷(冯克卢贝尔摄于 1930 年,此照片未经发表)

巨型二分日晷,附有沿极轴倾斜的表,两侧赤道面上配以象限仪 (图 121)。

(2) 米斯陀罗扬陀罗 (Miśra yantra, "混合仪"),这是一个附有四个长表的日晷,这些表按德里东西向作弧形排列,东西各两个。

(3) 罗西婆拉耶扬陀罗 (Rāśivalaya yantra), 它由十二个用来指示黄道每一宫升起时间的黄道日晷组成，它的平面不是与赤道面平行，而是与黄道面平行，因而可直接定出太阳的黄经。

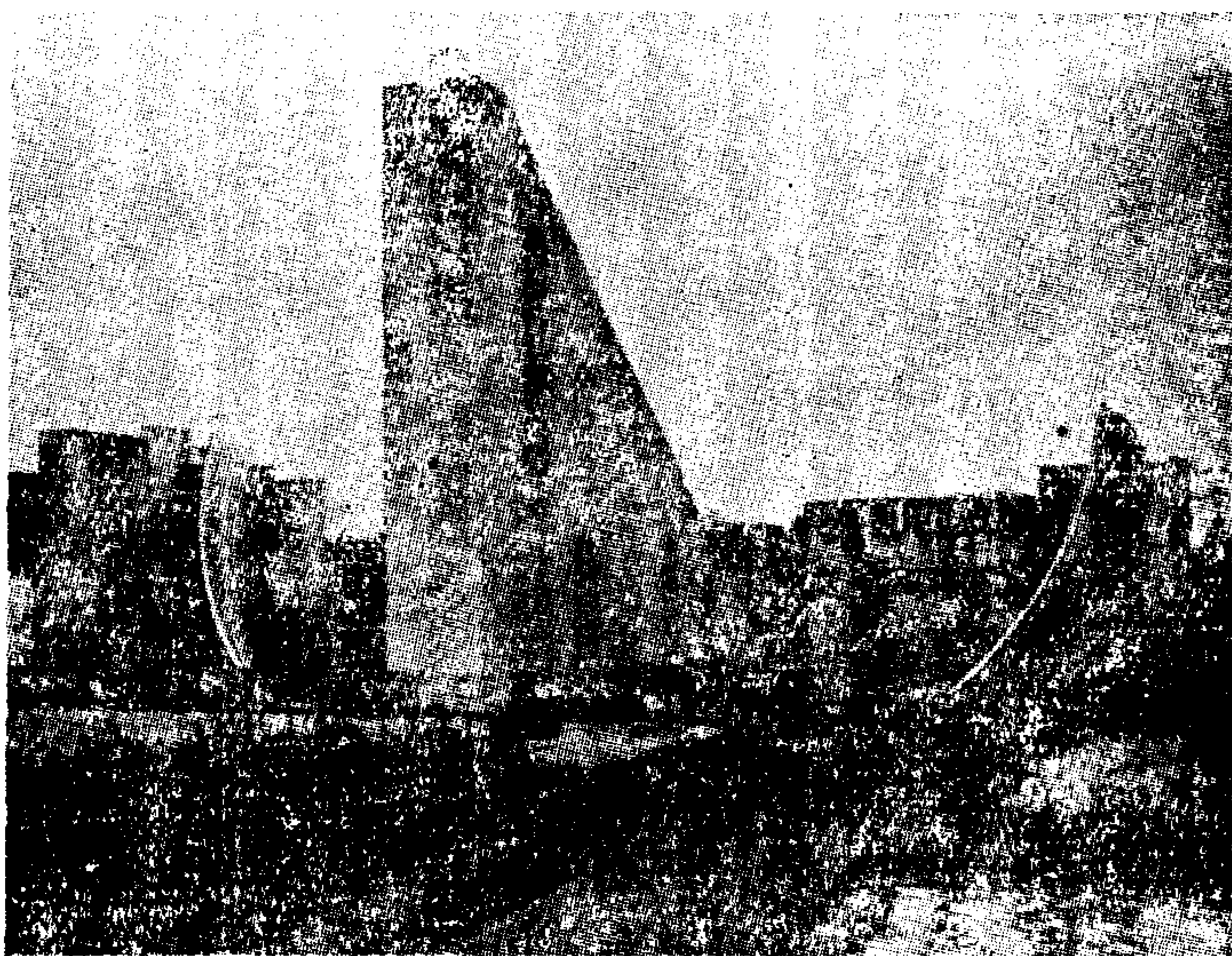


图 121 德里古天文台(约 1725 年)。中间是从北面看的大型二分日晷(冯克卢贝尔摄于 1930 年，此照片未经发表)

(3a) 克兰提利蒂扬陀罗 (Krāntivṛitti yantra), 相当于中世纪晚期欧洲天文学家的"黄赤道转换仪" (torquetum, 参阅后面第 467 页那一节)，但现在已不完整。

(4) 达什诺利蒂扬陀罗(Dakshiṇovṛitti yantra), 这是一种装在墙上的子午象限仪，与第谷的墙象限

仪相似，但较大，用以测定中天恒星的赤纬。

(5) 沙什耽摩萨扬陀罗(Shashtāṃśa yantra,"六十度仪")，它的暗室中的巨型固定式六分仪或分度的弧，置于巨型二分日晷的象限仪座内，二至之日，阳光通过屋顶孔洞射在仪上。这种仪器可与中国的圭表相比。

(6) 贾伊普罗卡斯(Jai prakāś)，它有一个仰置的半球，上附座标，并绷有十字丝，可用以根据日影指出太阳的位置，在测定恒星位置时可用作照准仪。

(7) 卡巴拉(Kapāla,"碗状仪")，这是上面仪器(6)的变种，它的刻度不与地平圈相应，而与黄道圈相应，可用以指示黄道十二宫的升起。

(8) 拉姆扬陀罗(Rām yantra)和(9)迪伽摩萨扬陀罗(digaṃśa yantra)，这两者都是观测平经用的环形分度器。前一种以一立柱为中心，围着圆筒状的围墙，各附刻度。后一种和前者相似，不过它有两层同心的围墙，外层高于里层。这种仪器既能指出方向，又能指出度数，有象限地平经仪的作用。

(10) 那利婆拉耶扬陀罗(Narivalaya yantra)，这是顺子午线方向平置的圆柱，两端各按赤道平面装有日晷，有均匀的辐射状刻度。这样形成的双面日晷，与后面所要叙述的中国日晷极为相似。据凯伊[Kaye (5), pl. IX b]说，斋浦尔的仪器有一日晷

中央刻有铭文①。这很可能是受到中国人的启发。

除此以外，各天文台还备有赤道式浑仪或可动时角环（图 122）②、星盘（yantra rāja）和各种装置不同的浑环③。其中有一些仪器，特别是(6)、

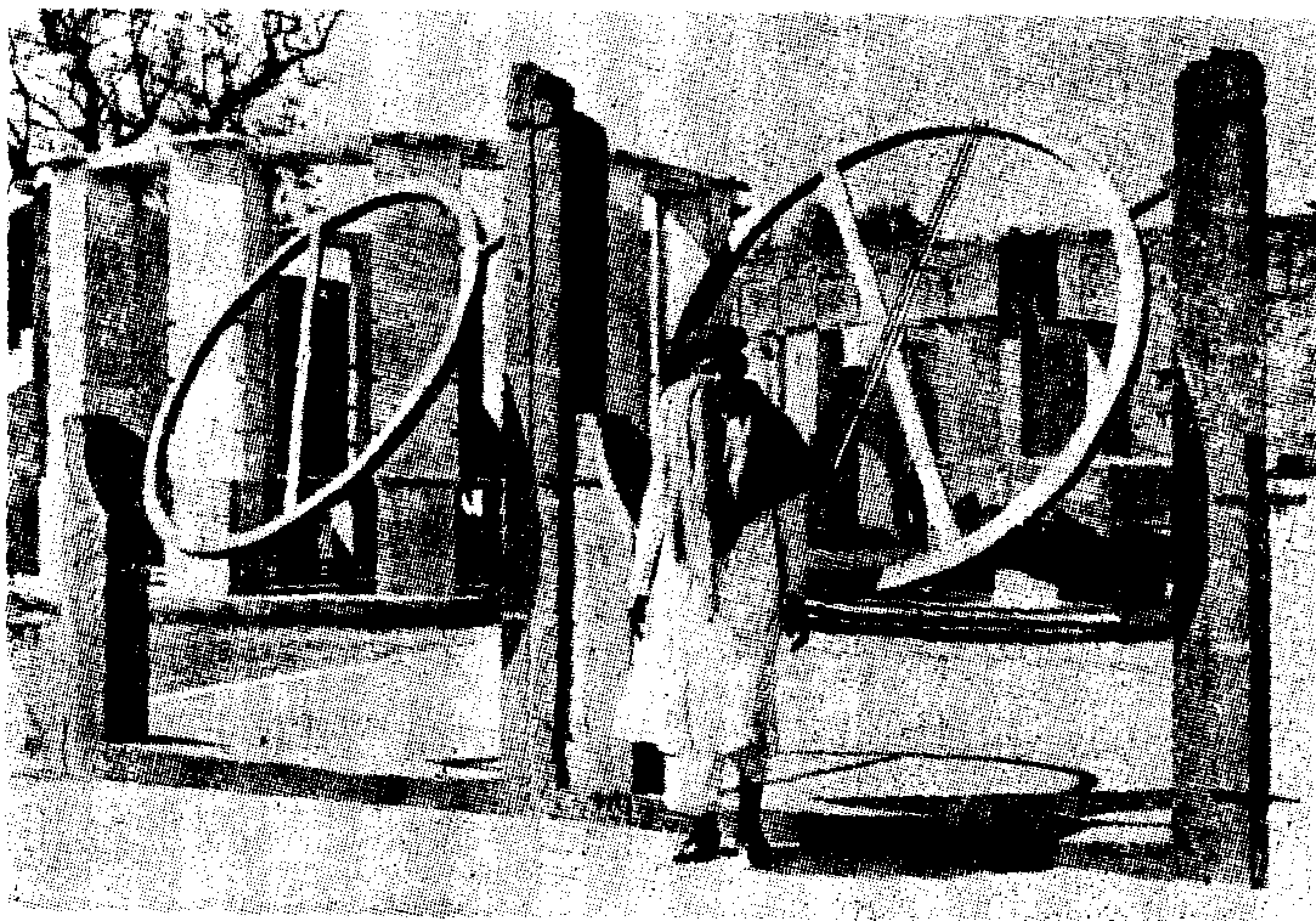


图 122 斋浦尔的贾伊·辛格天文台。两个赤道式可动时角环(chakra yantra)装在极轴上，显然和郭守敬的赤道式装置有关（约 1275年，见图 168）（冯克卢贝尔摄于 1930 年，此照片未经发表）

① 按时、分、伽提（ghati）和巴拉（pala）分度。

② 直径大的达到六呎。它们显然渊源于郭守敬的"简仪"，见后面第 470 页。

③ 例如安那塔摩萨扬陀罗（unnatāmsa yantra），这是一个直径 17.5 呎的地平经纬仪圆环。

(8)、(9)各项，为了使观测者使用方便，还各备有两套。按凯伊的说法，归根结蒂，许多仪器①都渊源于巴比伦贝罗索斯王的仰半球②，这是大家经常讲到的一件古仪器③；如果人们的传说不错，那末，这个仪器的年代可定为公元前270年左右。关于仰仪(scaphe)或半圆穴仪(hemicyclium excavatum)的古典记述，见于维特鲁维亚的著作④。

有趣的是，杜布瓦-雷蒙(Dubois-Reymond)曾描写过一个白铜制的仰半球日晷。这个日晷近年保存在朝鲜，但无疑是来自中国的(图123)。凹陷部分和普通汤盘一般大小，表的尖端位于中心。仪器上刻有"仰釜日晷"和"北极高三十七度三十九分一十五秒"(汉城的纬度)的字样。半球内画有若干子午圈和平行圈，边缘上标着天干和地支。这个仪器还配有一个水准器。虽然书法是篆

① 特别是(1)，(2)，(3)，(6)和(7)。

② 参阅 Schnabel (1)。

③ 例如布律内和米里 [Brunet & Mieli (1), p. 627] 以及齐纳 [Zinner (1), p. 38] 的描写。参阅 Drecker (1, 2)。

④ 参看 Vitruvius, IX, 6—8。亦可参阅 Diels (1), pp. 163 ff.。

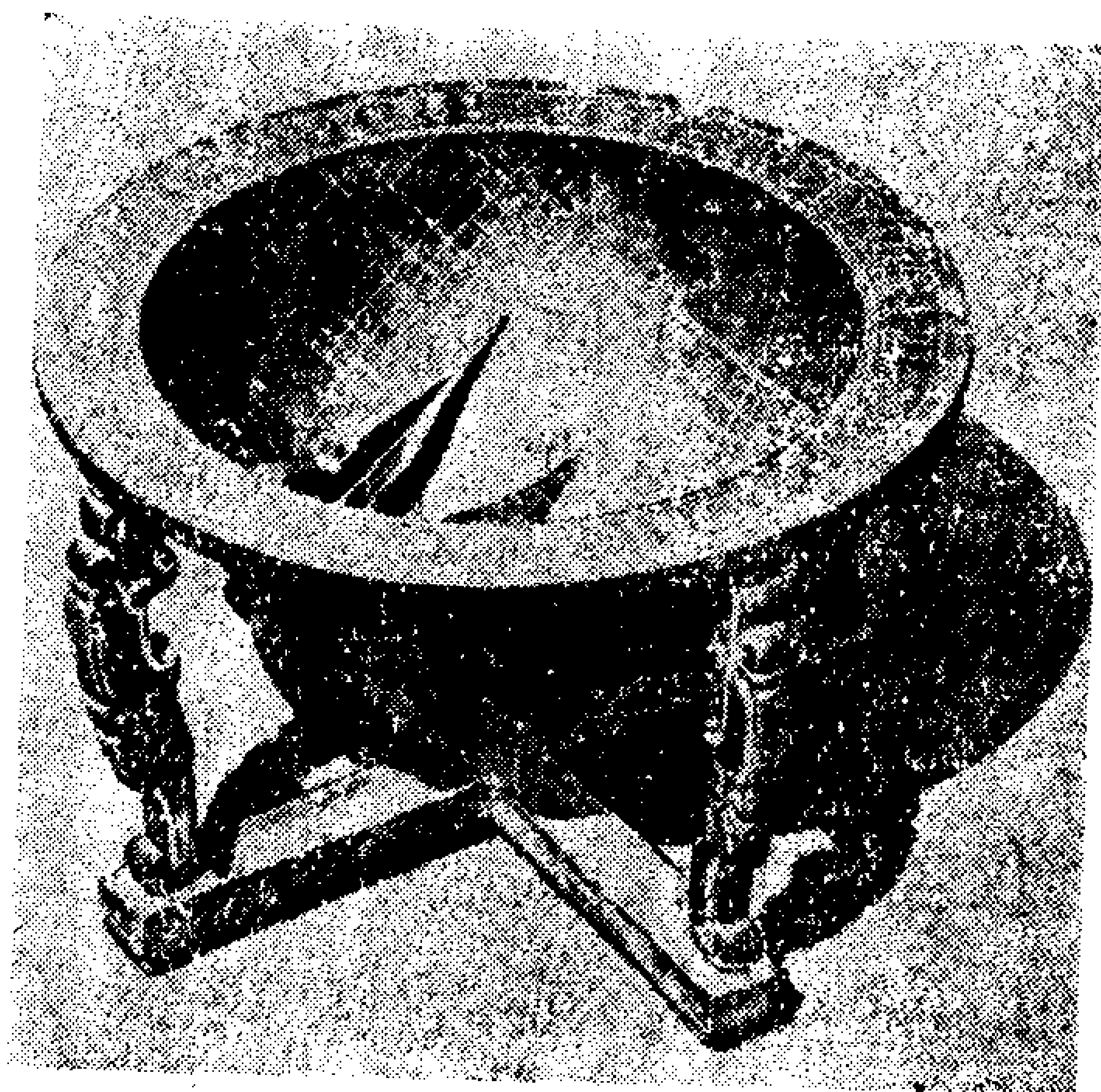


图 123（1） 十七世纪后期朝鲜的仰釜日晷（杜布瓦-雷蒙摄）

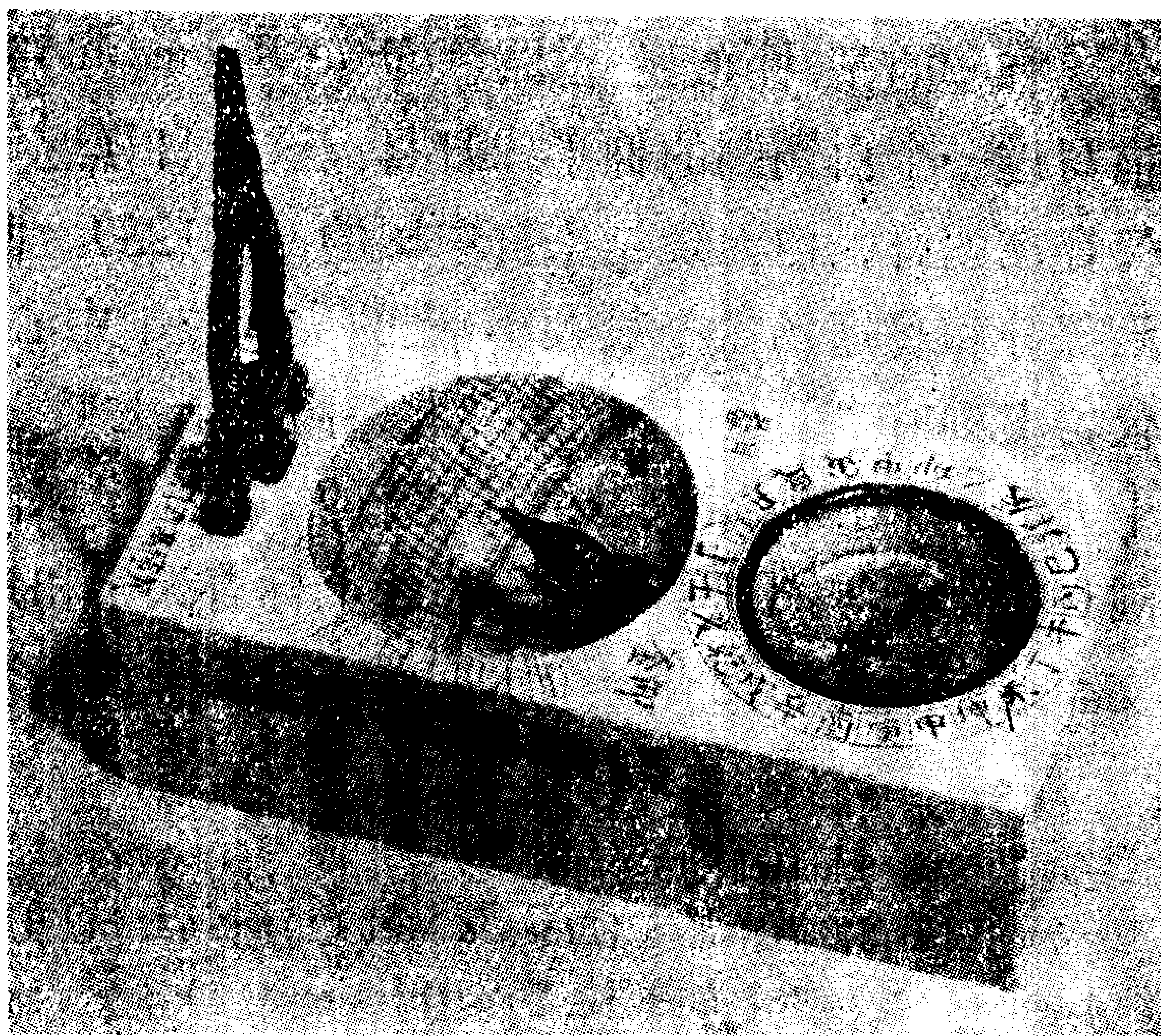


图 123（2） 日本仰釜日晷，附罗盘，1810 年蒋润（译音，可能是朝鲜人）制［牛津奥德阿什摩兰（Old Ashmolean）博物馆摄］

书，但从仪器的形式看来年代不会太早，很可能是十七世纪晚期的东西——也许它是公元 1741 年左右朝鲜人安国麟和卞重和从北京带回去的一些日晷中的一个①。但是，我们在这里第一次遇到倾斜式的中国圭表②，因而便产生了关于这种日晷的问题，使我们不能不暂时退回几步。

(3) 日晷(太阳时指示器)

用日晷测定时间，大多数是根据日影的方向，而不是根据日影的长度③。也许是由于太普遍和

① 其后仰釜日晷在日本开始盛行，称为“日时计”，现在发现的相当多［Michel (10)］。

② 由于仰仪定时间靠日影长度，不靠方位，这日晷的表对极轴倾斜，实际上与其功用无关。主要的是，必须由“碗”口的正中投下影子。

③ 因为它们是以子午圈为准并指示太阳的方位或平经位置的。但也有几种日晷是测日影长度并指示太阳平纬的。例如，除刚才提到的仰仪外，还有米歇尔［Michel (10)］和沃德［Ward (1)］记述的圆柱型(“牧人日晷”)、环型和圆盘(或“星盘”)型。据我所知，中国近代有后二型的制品，但似乎不能认为是中国自造的。前一型(“圆柱型”)至少可追溯到十二世纪，因为已发现一件 1159 年的阿拉伯制品［Casanova (1)］。1938 年在英国坎特伯雷发现一张九世纪的平面银桌，附有指针，是作为这种日晷使用的。

太熟悉的缘故，中国文献很少明显地提到日晷或太阳钟(欧洲中世纪称这种仪器为 horologium，即“时钟”)①。依照通常的了解，所谓“晷表”指的就是日晷。“晷”字是由“日”和古“咎”(K 1068)字拼合而成，现在“咎”作过失或罪过解，但上面有一“卜”字，最初应与占卜时间吉凶有关。我们发现，公元前 104 年司马迁建议召开的历算家会议(“博士共议”)曾提到日晷，这是比较早的。据《前汉书》记载，博士们在京师开会之后，便着手进行下列的工作：

> 确定了真正的东、西点，设立了日晷和表，并创制了水钟。他们用这些方法按照二十八宿在四方的各个地点的位置把它们标出，规定每月的第一天和最后一天、春秋分和夏冬至、天体的运动和相对位置、以及月亮的盈亏。②

---

① 参阅 Thorndike (1), vol. 5, p. 397; Sarton (1), vol. 3, p. 717。

② 《前汉书》卷二十一上第十六页反面。译文采自 Yetts (5)。会议结果制成了《太初历》，邓平和落下闳应是当时历算家中最重要的人物。

〈迺定东西，立晷仪，下漏刻，以追二十八宿相距于四方，举终以定朔晦、分至、躔离、弦望。〉

《汉书·艺文志》列有《日晷书》三十四卷，是尹咸（公元前 32—7 年著称）所校的历谱十八家著作之一。

其后，《隋书》中有许多关于六世纪的同类仪器的记载。但是，我们在这里碰到了在讨论工艺的那几章（第二十九、三十、三十一章）中会经常遇到的困难，具体地说，即需要根据不精确的名称来判断古时仪器的性质。在这里，问题在于：仪器的表究竟是垂直放置而指向天顶（如前一节所说，用以测影长），还是随纬度成一倾斜角而指向天极[1]？只有在后一情况下，才有可能进行等间隔的时间测量。人们如果查一下类书《太平御览》[2]（960 年）中关于晷表的部分，就会发现它所引证的显然都是用垂直表测出的影长，而不是用倾斜表测出的日影方向。

---

① 严格地说，"表"只是指直立的杆子而言，指向天极的一种应称为 style 或 stylus（"指极针"）。参阅 Michel (8); K. Higgins (1)。

② 《太平御览》卷四第四页反面那一节。

这个问题进一步阐述下去，便要接触到在中国考古学上早已成为疑团的一个问题，即汉代的所谓“TLV纹镜”[1)]究竟具有什么含义。汉代的铜镜背面常有这种 **TLV** 的纹样①，据叶兹②仔细分析，其中有一种具有象征宇宙的性质。图124(1)是典型的 **TLV** 纹，卡耳(Cull)收藏的铜镜见图126，年代为新莽(公元9—23年)。这种汉镜存世的以公元前250年的为最早③。

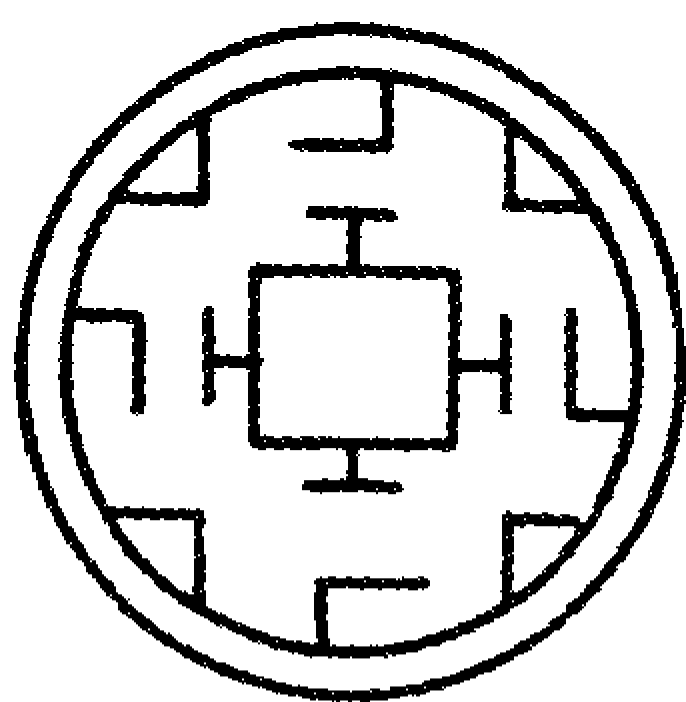
后来又有人注意到，汉代浮雕中也有同样的花纹。图125是武梁祠石刻(147年)之一，最初人们以为所描绘的只是一次宴会[Chavannes (9)]，但劳佛[Laufer (7)]和中山平次郎(1)却看出那是在表演方术。背景上一块绘有 **TLV** 纹的图板，显然是挂在墙上的。地上放一小桌，似乎是为了表示平放才仔细地画成那个样子，它很可能就是占卜用的盘或“栻”[参阅第二卷第十四章第一节第(6)小节]。这个图形包括一个代表大地的方

① 例如 Koop (1), pl. 71, 72。

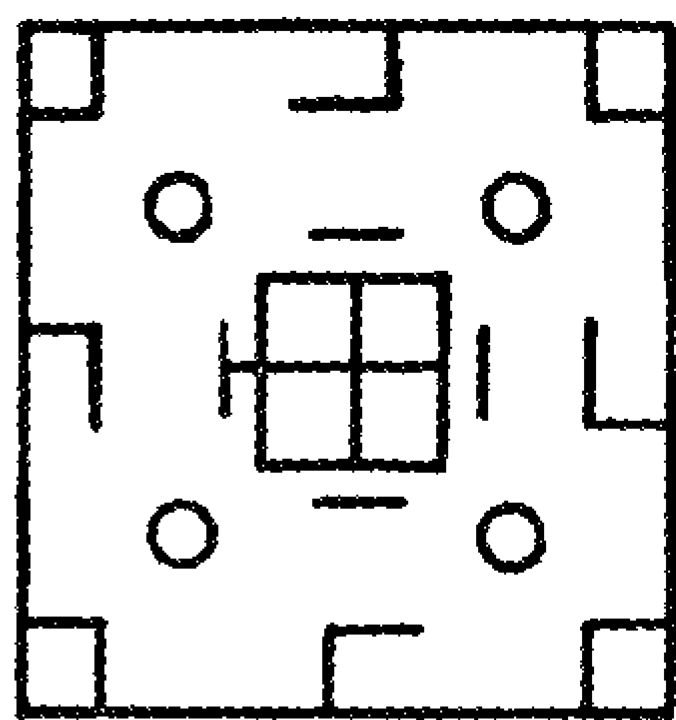
② 参看 Yetts (5), pp. 116 ff.。

③ 参看 White & Millman (1)。

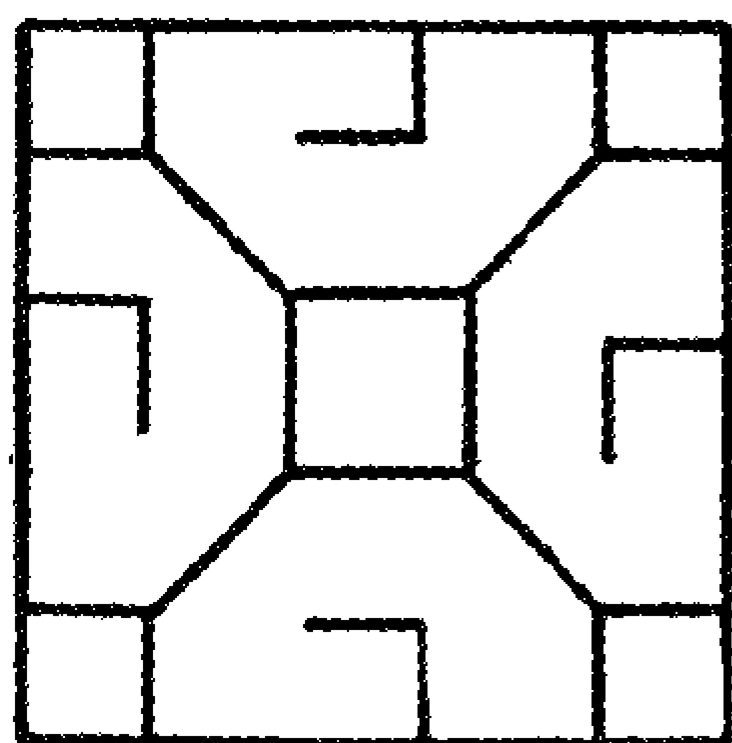
1) 我国考古界称之为“规矩镜”。——译者



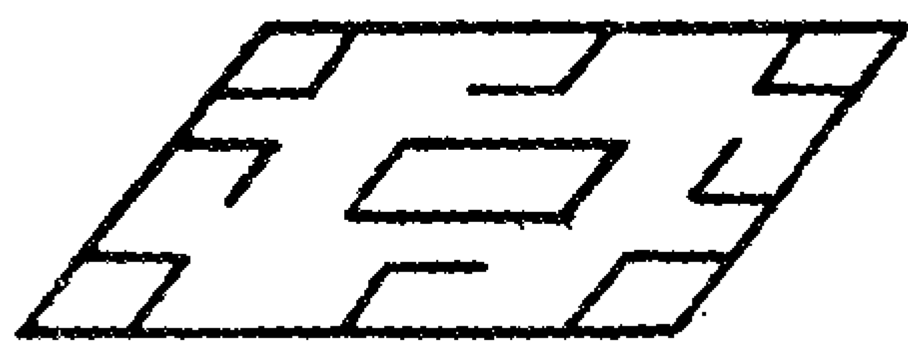
(1) 汉代铜镜的典型 **TLV** 纹样[Yetts (5)]



(2) 武梁祠石刻中的占卜或"六博"所用的盘[Chavannes (9); Yetts (5)]。刻石者忘刻四个 **T** 形纹当中三个 **T** 形的直立笔划，但也可能是由于长期风化而模糊了



(3) 孝堂山祠石刻中的占卜或"六博"所用的盘，约公元 129 年 [White & Willman (1)]。刻石者弄错了右方和下方 **L** 形纹的方向



(4) 汉代铜镜上刻画的占卜或"六博"所用的盘 [Yang Lien-Shêng (1)]

图 124　铜镜和盘上的 **TLV** 纹

块，方块四周围绕着代表天的旋转圆盘。TLV 纹板上的花纹见图 124 (2)[①]。另一幅孝堂山祠石刻

① 冯云鹏和冯云鹓昆仲在《金石索》中并未摹出正确的纹样，所以我们宁可用叶兹重绘的图。



图 125 武梁祠石刻之一(约 147 年)，图中表示方士正在作法。背景：墙上悬着一个 **TLV** 纹盘，中间地上置一栻(占卜用的盘)。《金石索》石部第三册，叶兹重绘

(129 年) 表示两人在桌上作游戏，桌旁也有带这种纹的图板 [图 127 和图 124 (3)]，大概是表示桌面上画着这种图案。

这样，我们便碰到了一种把占卜与游戏相结合的东西，由于它和磁极性的发现有关，以后在物理学一章中我们会了解到它的重要性。杨联陞 [Yang Lien-Shêng (1, 2)] 在记述一个汉镜 (图 130)时进一步弄清楚了这个问题：那面镜上刻的是两个仙人在 **TLV** 纹盘 [图 124 (4)] 上作游戏。我们知道这种游戏的名称，因为画面上有“仙人六博”的字样。“六博”见于公元前三世纪的楚辞——宋玉的《招魂》，注释家说是用棋子来博的。



图 126 新莽年间(公元 9—23 年)的 **TLV** 纹铜镜(此纹的宇宙象征性及与日晷的关系,请阅正文),选自卡耳所藏中国铜器,见叶兹著作 [Yetts (5)] 的目录。上有诗一首,自右方箭头所指的五小点以下开始:

新有善同出丹阳, 湅治银锡清而明。
尚方御竟大毋伤, 左龙右虎辟不祥。
朱鸟玄武顺阴阳, 子孙备具居中央。
长保二亲乐富昌, 寿敝金石如侯王

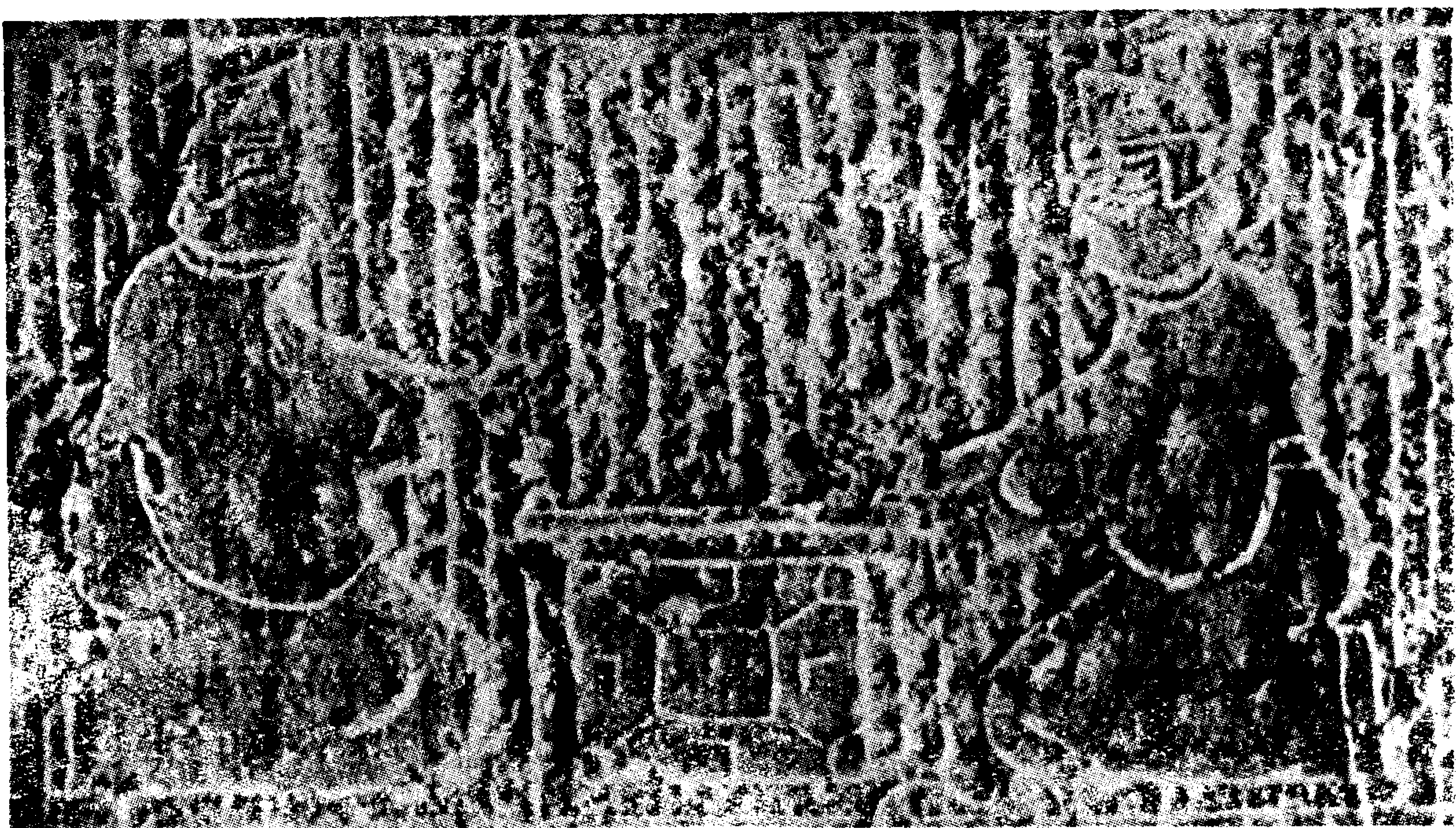


图 127　孝堂山祠石刻（约 129 年）之一。图中表示两人在桌旁作游戏（可能是“六博”），桌边有 **TLV** 纹盘［采自 White & Millman（1）］

这里,两个仙人之一拿着棋子杯,另一仙人拿着几根箸,还有两、三位在旁观。有些雕刻和陶俑所表现的也是这种游戏。卡普兰(Kaplan)把 **TLV** 纹盘和栻(卜盘)看作一件东西,虽然他的考证未必可靠(因为这种卜盘与其说是游戏用,不如说是占卜用的)①,但他走的路线是对的。**TLV** 纹镜和栻不同,它的圆圈是在方块之外,而不是在方块之内。

从这一切看来,两个仅存的汉代日晷都带有 **TLV** 纹,是太令人惊奇了②。这两个日晷,一个是清朝宗室端方的收藏品③,汤金铸、周暻④、马伯乐[Maspero (4)]、刘复(1)、叶兹[Yetts (5)]等人都研究过它。另一个是怀特主教(Bishop White)为多伦多博物馆收集的⑤。两者设计相同,只是前

---

① 这两者在原始社会里实在很难分别清楚。我们从美洲印第安人的例子看到,游戏是体现神意的占卜的一种形式。我们在二十六章第九节里会看到很多这样的例子。

② 叶兹[Yetts (5)]和卡尔贝克[Karlbeck (1)]几乎同时注意到测景日晷和 **TLV** 纹镜的关系。

③ 端方在《陶斋藏石记》中有关于此日晷的记述。

④ 在同一收藏品的题记中。

⑤ 第三个只剩小块残片。

者是玉制，后者是石灰石的。我把后者的照片翻印在这里（图 129，所刻的线条和文字见图 128），因为它的刻度较为精确①。这种日晷在中国称为

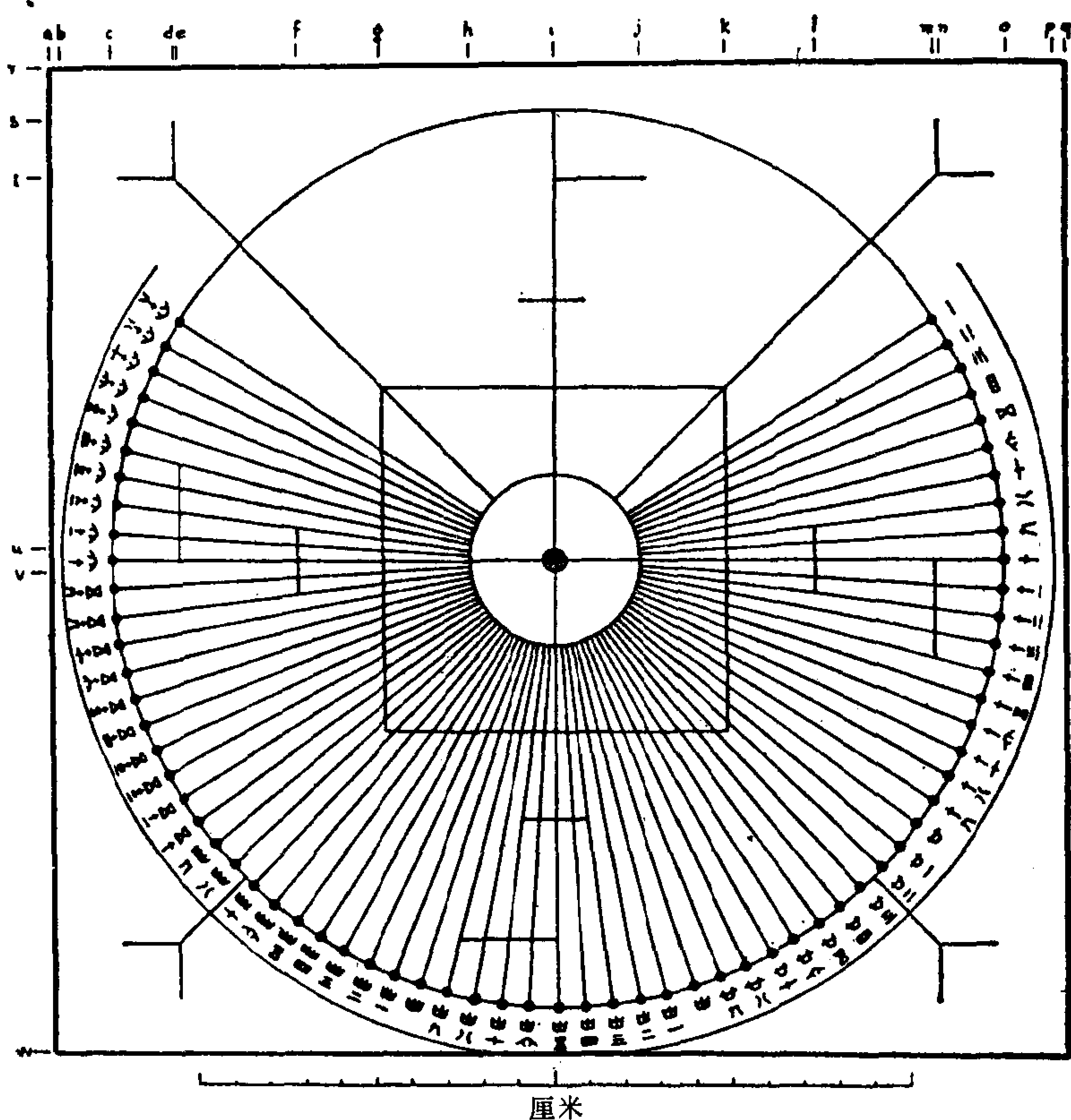


图 128　图 129 所示的西汉日晷上的刻度
[采自 White & Millman (1)]

① 玉晷上的 **TLV** 纹刻得较粗，想是出于后人之手。

"测景日晷"。

这个日晷只有一面有刻度。围绕着小孔或中心点有两个圆圈，画得很精确。圆圈的三分之二划分为大小相等的小格，每一小格占圆周的百分之一。各辐射线与外层圆圈相截的点是一连串的小圆窝，按顺时针方向依次标出1至69的号码，书法是小篆。这一点(特别是"七"字写法很古)说

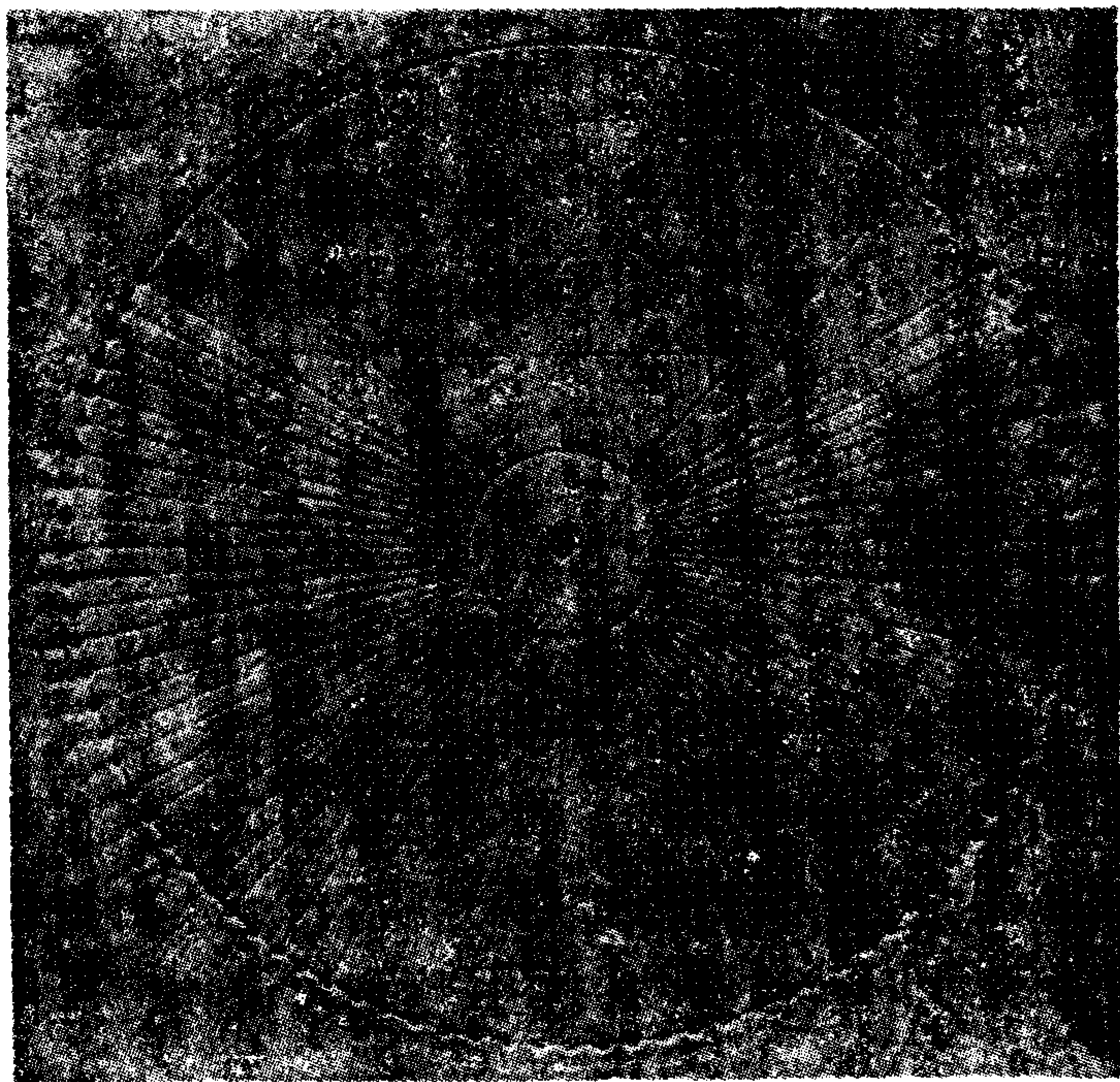


图129　西汉时代的平面日晷，用灰色石灰石制成，约11时见方〔安大略皇家博物馆藏，照片采自 White & Millman (1)〕

明仪器的年代是前汉，或许是公元前二世纪。此外还有四条到 V 形纹为止的对角线，四个从中间的方块和圆圈延伸出去的 T 形纹，四个以周围四方线为基础的 L 形纹。

在对这些日晷作解释时，首先要明确一点，即在使用时它究竟是按地平面放着，还是按赤道平面放着。 周暻认为是按地平面安放用来测日出、日没的平经的。这是马伯乐 [Maspero (4)] 采用的第一种解释，据他揣测，等分的刻度相当于最长白昼的 69 刻钟，应放在中央表杆的北侧。但是他注意到，如果表杆装在中心点的座上，则影子不免过大，不能得出精确的得数；于是他又向汤金铸的意见靠拢，得出结论说，有一个活动的表杆安置在周围的某一个小圆窝内，而刻度应位于中央表杆的南侧，使活动表杆的影子方向与中央固定表杆相合，这时的位置便可以指出时间。但是，由于这样得出的结果极不精确，他断定这些日晷根本不是计时器，而是漏壶的校准器。漏壶箭[①]须由负责官吏在黎明时按当日的白昼长度加以调整，这长

① 参见后面第 355 页。

度是从日出时太阳的平经得知的。无疑，当时已经保有一套太阳平经与时间的关系的数据，例如公元 102 年霍融[1] 所测和 594 年袁充[2] 所测的数据，不过他们所用的都是八尺表，并未提到这些汉代日晷的用法。

从中国天文学以天极和赤道为准的特色看

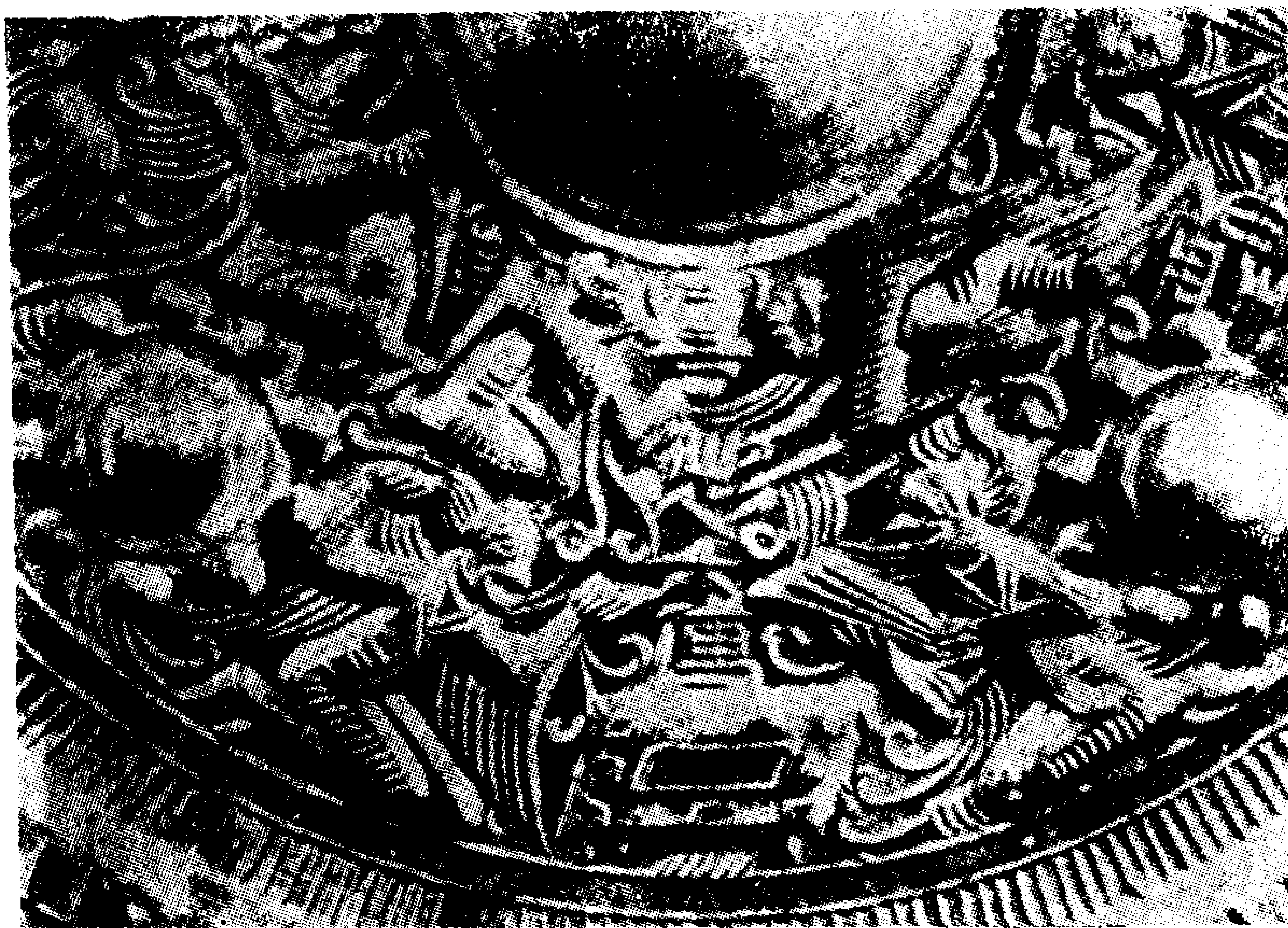


图 130 汉代铜镜背面花纹的一部分。两位带有羽翼的神仙在 **TLV** 纹盘上作六博戏[照片采自 Yang Lien-Shêng (1)]

① 参看《后汉书》卷十二第八页反面。

② 《隋书》卷十九第二十六页反面。



图 131 一个道士在察看富有特色的中国日晷。晷面按赤道面倾斜一个角度，晷上有一指向天极的表（指极针）

来，这一发现在古时很可能是这样得到的：把底板按赤道面倾斜地放着，把表指向天极，结果便形成一具太阳计时器①。对习惯于使用璿玑（玉制的拱极星板，见后面第392页）的人来说，这是很自然的事，因为二分星晷也必须按赤道面来安放。刘复(1)受到汤金铸关于第二表可移动说的启发，认为带有刻度的晷面事实上是按赤道面倾斜放置的。当太阳在赤道以北时，上部晷面只可以受到半年（三月至九月）的阳光。从已发现的中国日晷晚期（明、清两代）样品看来，晷的两面都有刻度，表（指极针）直穿晷面，因而下面完全和上面一样②，北京故宫的日晷就属于这种类型③。汉

① 诺伊格鲍尔［Neugebauer (3)］说，这个想法在某种程度上和他所想的相反，他以为他的想法或许和希腊的圆锥截面原理［梅内赫穆斯（Menaechmus），约公元前350年；阿波罗尼乌斯（Apollonius），约公元前220年］有关。他想出的样式是，表杆指向中天的太阳，晷面垂直于黄道面。这样的日晷从未发现，但大英博物馆有一希腊日晷却具有中国的特点［见 Drecker (3), Ch. 5］。参阅数学一章第八节第(5)小节。

② 十七世纪时，李明[1)]［Lecomte (1), p. 300］曾看到一些刻度为百分制的"古"日晷，并作了记述。

③ 参阅 Yetts (5), pl. XXXIV，并对照本书图131。克兰默［Cranmer (1)］曾记述了一件复制品的构造。

1) 李明在本书第一卷中译为路易·勒孔特。——译者

代可能是用两个日晷，一个晷面向上，另一个向下。

刘复的解释是：圆周上安放的可移动的表要比中央的高一些，这样才能碰到它的影子，晷面上有刻度的部分在中心以北——他提出了一些证据，证明元代已知此法，并引证了《周髀算经》关于立表的一段晦涩的文字①。但是，怀特和米尔曼提出的解释似乎较为圆满（见图132）。他们两人

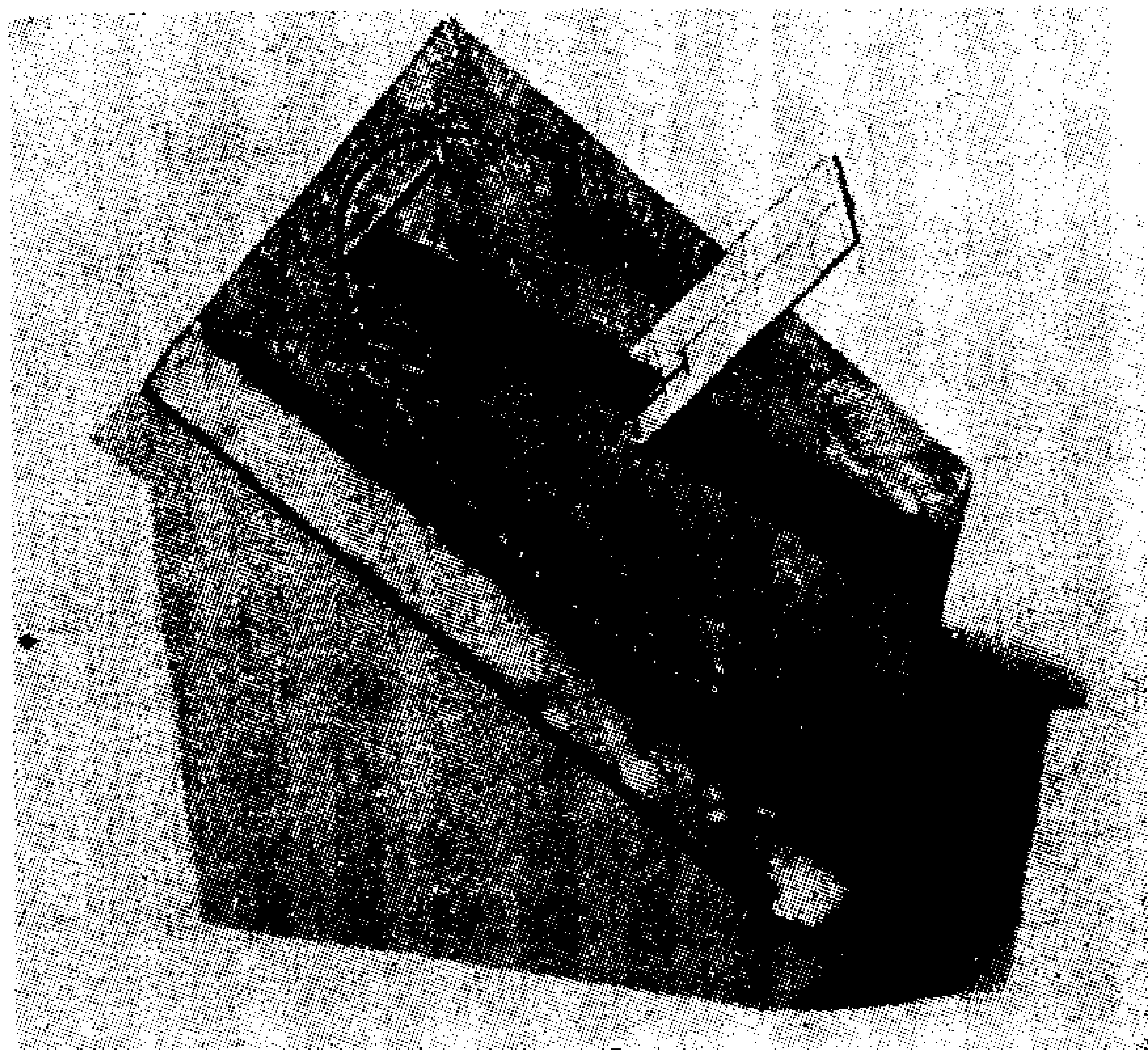
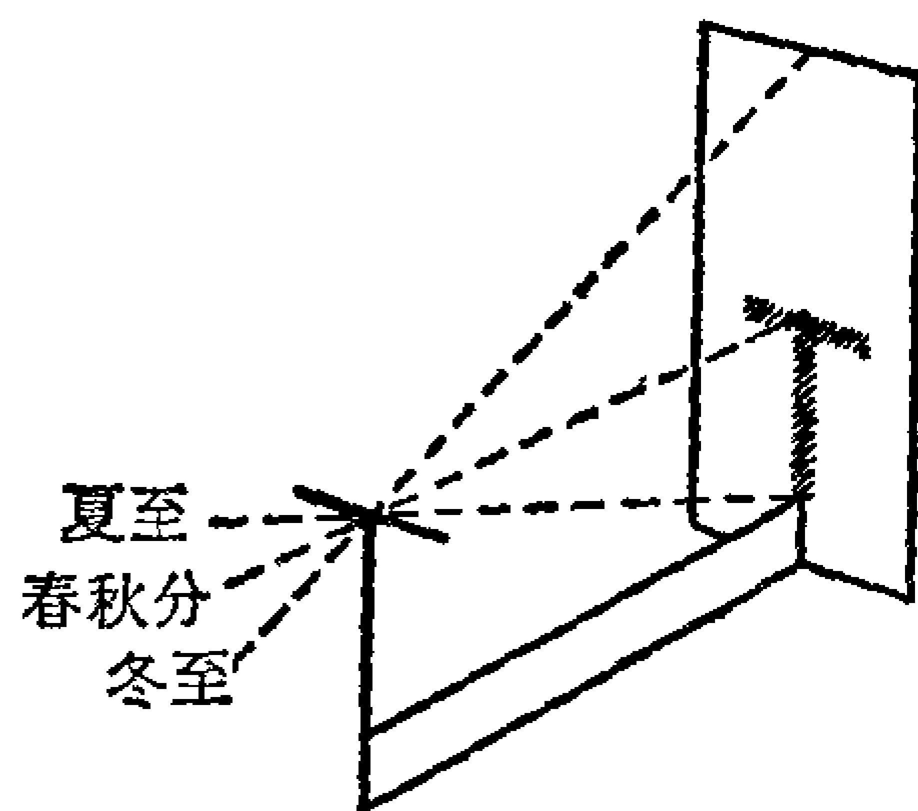


图132 汉代日晷（见图129）使用法的复原
[采自 White & Millman (1)]

① 参看 E. Biot (4), p. 626。

认为立在中央的不是表而是一块矩形铜板，有铜架与圆周上的T形表相连。使用时在圆周上调整表杆的位置，使表杆的影子沿铜架落在直立的铜板上，于是表杆的位置便指出时间，横线超过铜架的高度便指出季节，如右图所示①。

现在只剩下晷面上的TLV形标记需要解释了。刘复认为，那是表杆所需高度的记录，或者是冬、夏二至表影高度的记录。怀特和米尔曼［White & Millman (1)］同意这一看法，但他们认为表的高度由大圆圈至T字横线的距离决定，铜板的高度则由中央小孔至L字横线的距离决定。这一套办法至少可说是给实际操作提供了一个方案。应注意的是，采用这套办法时，圆圈上有刻度的部分应置于中心的南侧，而不是北侧。



关于V字形标记，刘复的解释是：原始的日

① 在圆周上移动的表杆，其原理在近代仪器（如航海仪器）上也很有用，见后面第454页。

晷大都是一方展平的布或牛皮，用八个钩子固定在与赤道面平行的位置上，这钩子最后只剩下对角线方向上的四个了①。日晷上的 V 字形标记，就是这四个钩子的示意。他援引了许多古书中的含含糊糊的文句，自以为这些文句可以证实他的说法。

关于 TLV 纹最初的用途，我们也许可暂且认为它具有实用的和天文学的性质。在铜镜上、特别是在那些力求表征天地宇宙的镜子上刻画出这样的花纹，是最自然不过的。六博的盘子可能属于一个中间阶段。也很可能是另一独立的发展。和占卜有关是无疑的，日晷面表现了天的形状和运行，用它作盘子当然再好不过了。在铜镜上从未发现安装表杆的座，并且图案中经常略去 T 形纹或 L 形纹，这说明这种纹样在铜镜上是装饰性的东西。

从日晷上去推求，既然问题很多，晚近的一些学者便进一步在 TLV 纹镜上去探索这种纹样的

① 也许更重要的是，所有汉代日晷的中间都有方形纹。这显然是表示璿玑或赤道星晷是正中方形，而日晷可能就是由此发展来的(后面很快就要谈到这一点)。

含义。卡曼[Cammann (2)]想把它和"明堂"①联系起来，后来又想和佛教的"曼答辣"1)拉上关系。勒文斯太因(Loewenstein)指出了各种符号(特别是L形纹和卍字纹)之间的相似性②。沿这一方向探索下去，无疑还会有所发现。有人认为这种纹样会在窗格图案中保存下来，在戴伊(Dye)介绍中国窗格图案的书③中的确有一些迹象可寻。

如果说这种两面有刻度、表杆上下贯穿、按赤道面安放的日晷在汉代还不见有人使用，那末便出现一个问题：这一发展是什么时候出现的？下面的一段话(从前没有人注意到)，可能有助于弄清楚这一问题，因为从这段话可以看出，曾南仲

① 第二卷第十三章第六节。参阅 Granet (5), pp. 180 ff.; Soothill (5); Maspero (25)。

② 中国新石器时代的陶器和殷代的铜器上有清晰的卐字纹。勒文斯太因[Loewenstein (1)]提出了一些证据(不仅是中国的)，证明它是同时象征生与死的符号。因此他想到，这也许与中国阴阳学说的起源有关。如果事情确实是这样，那末，它和日晷联系在一起是可以理解的。

③ 参看 Dye (1), vol. 1, pp. 198, 201; vol. 2, p. 352。

1) 这是佛教象征宇宙的一种神秘符号，即在圆圈中有五处隆起，象征须弥山及四大洲。这种符号的梵文为 mandala，佛经音译为此名。——译者

当时显然是自以为发明了什么新的东西。曾敏行(南仲之子或孙)[1)] 在《独醒杂志》(1176年)中写道①:

曾南仲常说，虽然在古代经典中有许多关于记录日影的记载,但都是关于影长的,不能与水钟的报时相比较。所以他在豫章绘制了一个日影图，并制造了一个日晷。把一个圆的木盘分为四等分，去掉其中一部分(即不刻度的),刻度部分就变成新月形的。沿着边缘标出时刻。日晷架于支柱上，使它南边高北边低(即与赤道平面平行)。表针穿过日晷的中心，一端指向北极，另一端指向南极。春分以后,须看朝向北极那一面上的影,秋分后,则看另一面(下面)的影。这种仪器多少与水钟相符合。曾南仲因为这个仪器而觉得

① 《独醒杂志》卷二第十二页正面,由作者译成英文。书中所述曾南仲的事迹颇有趣。曾南仲自幼精通天文，学成于公元1119年。为了守候恒星上中天，他曾拆除自家屋顶的瓦。最后，他由于冬季严寒时在观测台上睡着了,得病而死。

1) 南仲是曾民瞻的字,他是江西永丰人。曾敏行是江西吉水人,祖名君彦、字仲求,父名光庭、字南卿。因此,曾南仲可能是曾敏行的父辈,但不是他的祖或父。——译者

很自负，认为他所取得的成就是古代所未曾得到的。作为他的后辈，我曾按照他的方法自己做了一个。我惊奇地看到，在春分和秋分时，与极轴平行的表针完全没有影子，光线直射在日晷的边缘上。这是因为它的平面正好与赤道相合。春分以后，日进入赤道内（即赤道以北）；秋分以后，日出赤道外（即赤道以南）。这项发明是多么准确和有趣呀！

〈南仲尝谓：古人揆景之法，载之经传，杂说者不一；然止皆较景之短长，实与刻漏未尝相应也。其在豫章为晷景图，以木为规，四分其广而杀其一，状如缺月，书辰刻于其旁，为基以荐之，缺上而圆下，南高而北低。当规之中，植鍼以为表。表之两端，一指北极，一指南极。春分已后视北极之表，秋分已后视南极之表。所得晷景与漏刻相应。自负此图以为得古人所未至，予尝以其制为之。其最异者，二分之日，南北之表皆无景，独其侧有景，以其侧应赤道。春分已后日入赤道内，秋分已后日出赤道外，二分日行赤道，故南北皆无景也。其制作穷赜如此。〉

关于按季节两面使用的典型赤道式日晷，恐怕不可能有比此更明确的记述了。但把它说成是曾南仲在公元1130年左右独自发明的，还需要有更多

的证据来证明。

我们把中国太阳钟的历史一直追溯到公元前四世纪指极表或指极针的发现的做法，如果没有错误的话①，那末，可以说太阳钟在亚洲的发展是和西方并行的②。古埃及最早的不均匀时影钟(unequal-hour shadow-clocks)可追溯到公元前第二千纪中期（据沃德）；上文已提到的杯状日晷显然就是倒置的、去掉无用部分的天球，它在巴比伦贝罗索斯时代(公元前三世纪)大概已经不是新奇的东西了。制造垂直或地平日晷，并配上与极轴平行的表，需要有许多关于圆锥截面的知识，由此而论，它们是希腊几何学的一种自然产物③。希腊日晷中最有名的，是雅典测风塔墙壁上的那几个，这是人们时常提到的④；不过这座塔本身虽然

---

① 米歇尔先生（私人通信）一直坚持周曝的看法，即认为所有已发现的汉代日晷，都是测量日出、日没时太阳平经的量角器。果真如此，则秦汉日晷的性质尚有待确定。

② 加蒂、伊登和劳埃德 [Gatty, Eden & Lloyd (1)] 合写的那本书多半是些古董，帮助不大，但百科全书中戈弗雷 [Godfray (1)] 写的那一条提供了参考文献，是写得很好的。

③ 参看 Diels (1), pp. 179 ff.，特别是关于最早的“双斧”型。

④ 如内皮尔·肖 [Napier Shaw (1)] 等都有记述。

属于公元前一世纪，日晷却可能较晚，甚至可能是拜占廷时代的东西。关于日晷测时的技巧以及其中所包括的球极平面投影原理，阿拉伯人是有过专门研究的①。

(i) 携带式二分罗盘日晷

近几百年来，中国大量制造了附有定向用小型磁罗盘的携带式日晷，在今日的科学仪器收藏品中，我们时常可以看到它们。可是过去人们似乎从未注意到，它们可分为截然不同的两种类型，我们可称之为甲型（图 133）和乙型（图 134）②。关于甲型，范贝克[van Beek (1)]和卡勒斯[Carus (2)]等早有描述。一揭开“双连板”的上盖，便把一条细绳绷紧了；这就是表，它的影子在附有定向用磁罗盘的底板上指出读数。表和底板成一锐角，板上的分度不相等，这是具有西方特色的结构。人们可以大胆地说，中国人在耶稣会传教士

① 参看 J. J. E. Sédillot (1); Schoy (1)。

② 图中的两个实物样品是剑桥凯厄斯学院凯里先生的珍藏品。

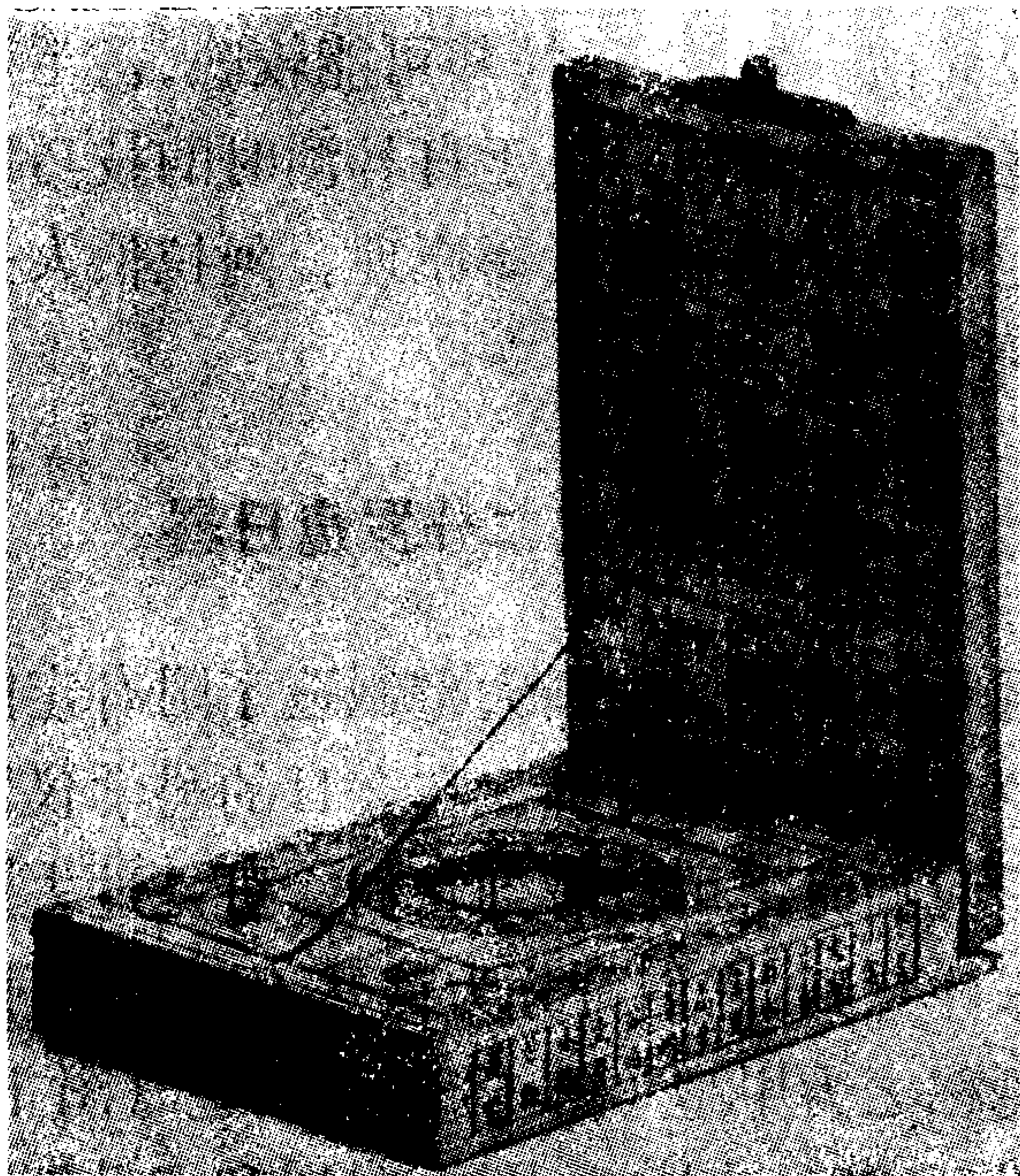


图 133 晚近的中国携带式日晷（甲型）。这种日晷以拉直的弦为表，在地平板上可见简单的球极平面投影。罗盘针作定向之用。此型日晷大概不会早于十六世纪末［凯里（W. G. Carey）先生藏品］

入华以前是不知道这种日晷的，它的制作不会早于明末①。事实上，中国人不仅把它叫做“平面日

① 后面第 478 页我们将看到，公元 1267 年札马鲁丁曾把两个日晷带到北京，它们可能就属于这一类型，虽然这种类型在欧洲最早见于 1451 年［Ward（1），p. 21］。但无论如何，不能认为地平日晷分度所需要的几何知识当时已流传中国各地。

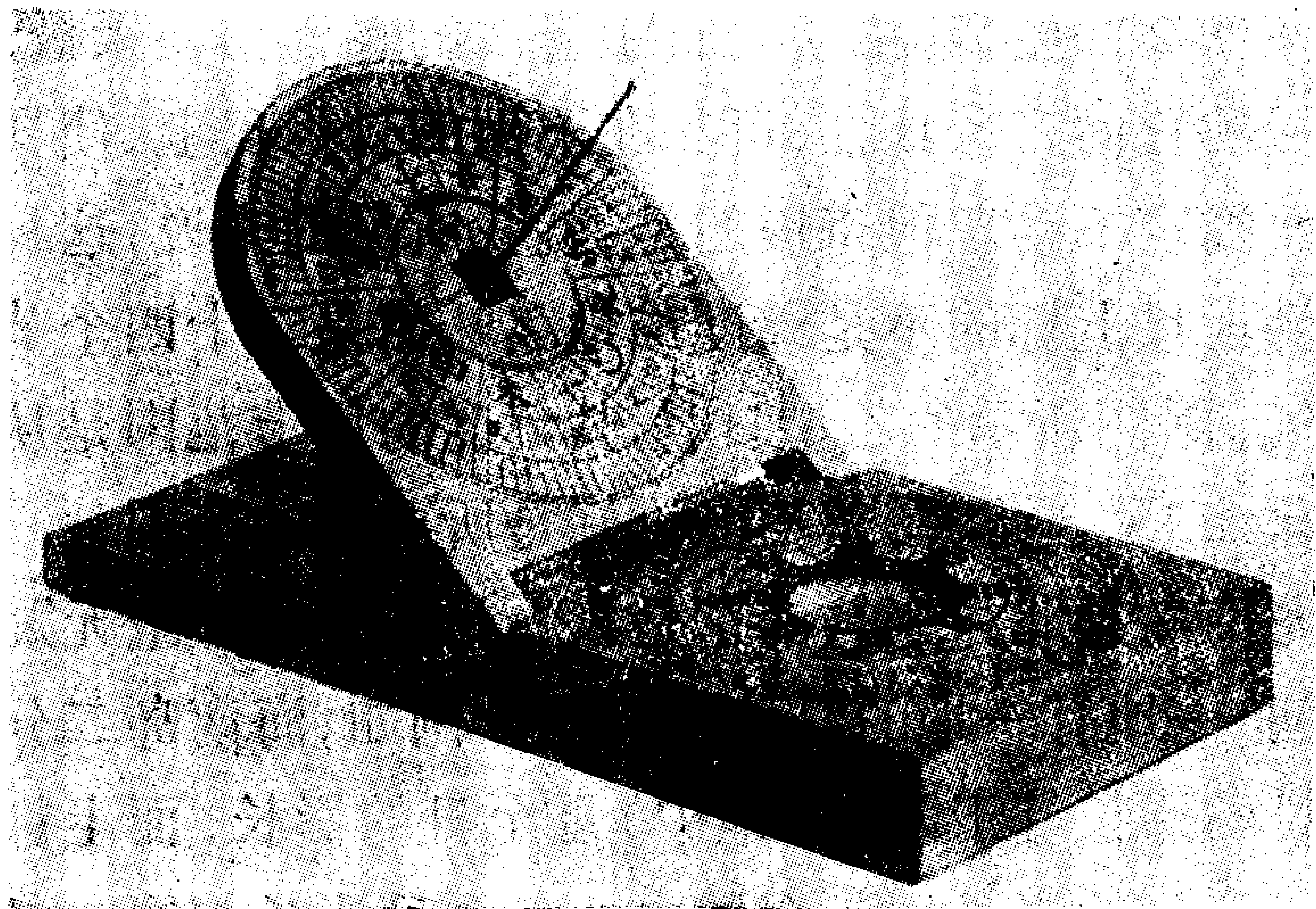


图 134 晚近的中国携带式日晷（乙型）。日晷的板与赤道面平行，并可依纬度调整，板上装有指极表或指极针。这种日晷还有一罗盘针，上有精细的平经刻度，供定向用。此型日晷至迟在宋代已出现（凯里先生藏品）

晷”，而且还把它叫做“洋晷”①。

然而乙型则完全不同。它也有一块附有磁罗盘的板，但日晷的刻度却在另一板上，后一块板可以按所需的角度任意上下调整，因此，不论观测者

① 利玛窦是一位精通日晷的专家，在他传教的初期，曾为他的中国朋友制作了许多日晷。在这个问题上，德理贤 [d'Elia (2)] 有大量记述可供参考。

在什么纬度，都可使垂直于晷面的表针指向天极。板的背面有一顶杠，可扣在下面的棘齿尺上，使晷面固定不动。但奇怪的是，就我所见的来说，这种棘齿尺上标的不是纬度或地名①，而是二十四个节气。附图所示的乙型日晷，其角度的调节范围是从北纬15°至50°，差不多恰好是所要求的范围——海南岛是北纬20°，南京是32°，上都是42°。毫无疑问，一地有一地的“标准节气”。例如，海南岛二分日的影长等于阳城（地中）夏至日的影长，而上都二分日的影长则与全域中心冬至日影长相同。各地的历书一定会列出当地的“标准节气”。因此，我们知道，乙型日晷完全是按中国传统制作的，没有任何理由可以把它看作是耶稣会传教士传入的东西——沈括、甚至还有甄鸾，可能对它都很熟悉②。我们在杨瑀的《山居新话》（写于公元1360

① 《元史》卷四十八第十二页反面那一节载有若干城市的北极出地高度一览表，这是值得注意的。

② 据《元史》载，公元五世纪祖冲之确定了以晷影日差求节气时日的方法。但这也许和他研究太阳角运动的工作有关[参见数学一章第九节第（5）小节，及本书后面第531页]。中国文献中提到介绍磁罗盘日晷的书，只有《百工谱》一书，但关于此书，我们则一无所知。

年）中找到一段有关携带式日晷的记述[1]。他说，这种日晷在旅行或乘马时使用，非常方便，他把它献给了皇帝。皇帝下令对它进行核对。这个日晷在上都大约慢七分钟，在浙江则大约快七分钟（纬度相差10°）。由此可见，这个仪器显然没有可调整的板，但快慢也可能是由于调整不妥所造成的。

此外，即使是甲型携带式日晷，也并不是全都放弃顺赤道面的晷面和指极的表。在我们的甲型样品上，盖板之外，另有起着月晷作用的装置[2]：靠近盖板中央的小孔上插着一枚销钉，盖板本身由两枚小钉支持着，形成与观测地纬度相合的某一角度，两枚小钉则插入底板上的某一孔内（底板上有一列小孔，每一孔标明特定的节气）[3]。使用时，先将盖上的晷盘转到当天的日期（按朔望月），即可在刻有均匀分度的转盘上读出夜间的时辰（图135）。

---

① 参看《山居新话》第十六页反面。译文见 H. Franke (2), no. 43。

② 参看《高厚蒙求》卷三第十四页那一节，也可参看 Schlegel (7r), p. 31。

③ 范贝克认为这是无法解决的难题。



图 135 甲型日晷背面的赤道式月晷。插在孔中的销可依纬度调整（凯里先生藏品）

十七世纪时，乙型日晷已风行欧洲；人们称它为“二分式”日晷，或者更恰当地称为“赤道式”日晷。这一型的样品在剑桥惠普耳博物馆（Whipple Museum）至少有二十五个，这些样品除了罗盘是装在晷面之下，并且常有刻着余纬度角度的象限仪（图 136）以外，其他方面都酷似中国式古日晷。这种日晷在欧洲出现的年代，似乎应在 1600 年之

前不久[①]，因此，大概可以合理地推断说，耶稣会传教士把地平式日晷传入中国的时候，他们（或者是他们之前的葡萄牙旅行家）也把在中国发现的较简易的日晷（即带有垂直指极针的赤道式日晷）带回欧洲。但是，更可靠的说法是：这种日晷是在更早的时候通过阿拉伯人或犹太人之手传入欧洲的。总之，中国宫殿、园林、庙宇中的永久性日晷均为中国的古老式样（乙型），西方的（甲型）从来未能取而代之[②]。

---

① 根据惠普尔（R. S. Whipple）先生的信件。不过霍尔（A. R. Hall）博士告诉我，塞巴斯蒂安·明斯特尔（Sebastian Münster）在《复杂时计》（*Compositio Horologiorum*）等书内（1531年）有叙述"二分式"日晷的章节［参看 Thorndike (1), vol. 5, p. 331］。米歇尔［Michel (10)］也把欧洲最早的这种类型的日晷列为十六世纪初的产物。此外，赖克和威特［Reich & Wiet (1)］也曾提到一个值得注意的携带式赤道日晷，这是大马士革的沙蒂尔在公元1366年制成的。先用视准仪测定太阳高度以定时间，然后按照时间把带有均匀分度的赤道日晷安置好，这时另一半圆晷面即给出指向麦加神庙的方向。这是一种巧妙的方法，无须使用磁罗盘（真正的限制因素即在此）。贝蒂尼的著作中载有几种类似中国式但更为复杂的赤道日晷，参看 Bettini, *Apiaria* (1645), IX, progym. ii, pp. 38 ff.; *Recreationum Mathematicarum* (1660), pp. 165 ff.。

② 值得注意的是，二分式或赤道式日晷可以说是所有日晷中最准确的一种。

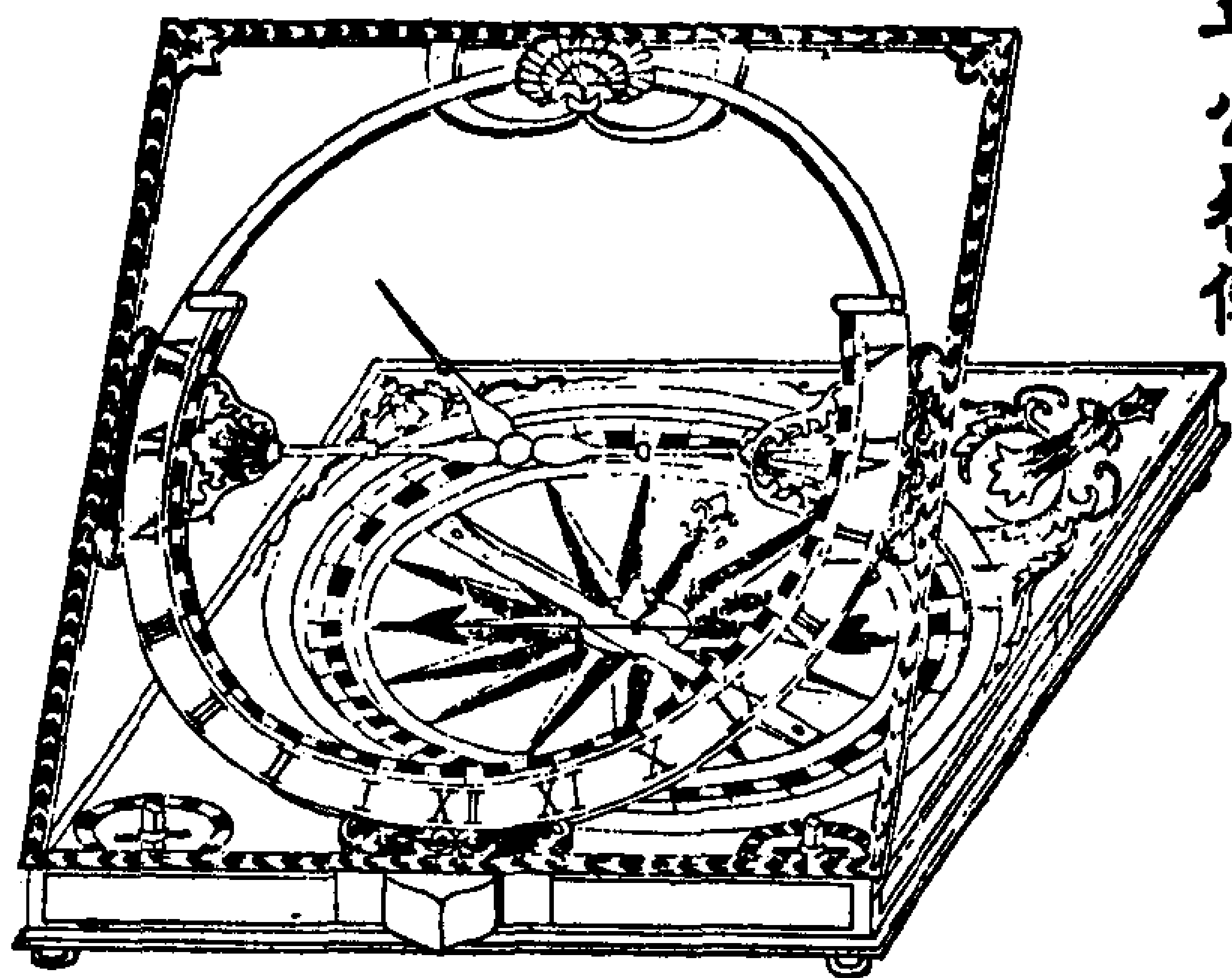


图 136 与中国乙型日晷相当的欧洲式赤道日晷
(采自《皇朝礼器图式》所载教会天文仪器图)

除以上提到的两种类型以外，还发现了比较罕见的第三种类型(丙型)。如图 137 所示[①]，这种日晷由一套象牙板组成，每一片象牙板适用于一特定的纬度（上片适用于山西太原，下片适用于东北的沈阳），板上刻有球极平面投影的复杂网状线。表长约一寸，可拆卸以便携带，用时插入

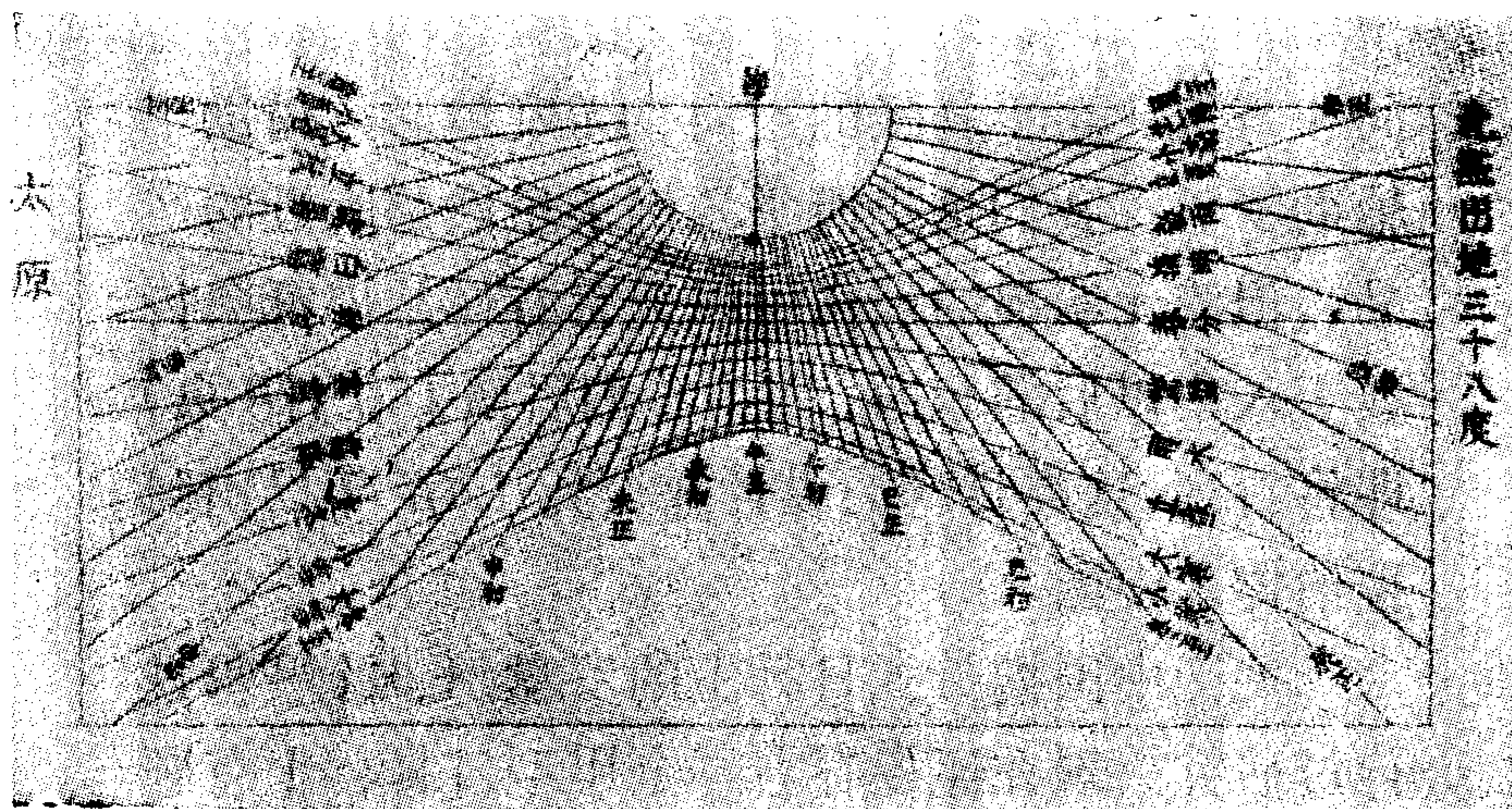
① 这是克莱（R. Clay）博士的收藏品，我们在此向他谨致谢意。

中央的小孔内，它的尖端影子的位置同时指出时间和节气。至于晷板的定向，无疑地必须借助于辅助罗盘。我们这里所举的例子虽然是晚近的产品，但绝无明显的理由可以把它看作是耶稣会传教士入华以后的东西，因为我们后面（第478页）即将看到，这类日晷的设计在公元1267年已由阿拉伯传入中国。

关于中国携带式日晷上的罗盘，王振铎[①]曾进行过研究。现在还保存着一个甲型日晷，上有题记，说明它是耶稣会传教士汤若望（John Adam Schall von Bell）在公元1640年亲手制成的。值得注意的是，这些日晷用的都是旱针。这种安置磁针的方法虽然在宋代就已经设计出来，但水浮针法仍然继续广泛地流行，十七世纪采用的旱针法十有八九是从西方重新传入的。十八世纪初，中国已出现一些著名的日晷、罗盘制作家，山西的姚乔林就是其中的一派；这种工艺后来在广州较为集中。

在罗马时代后期，人们也曾研究过携带式日

① 王振铎(5)，第153页那一段。



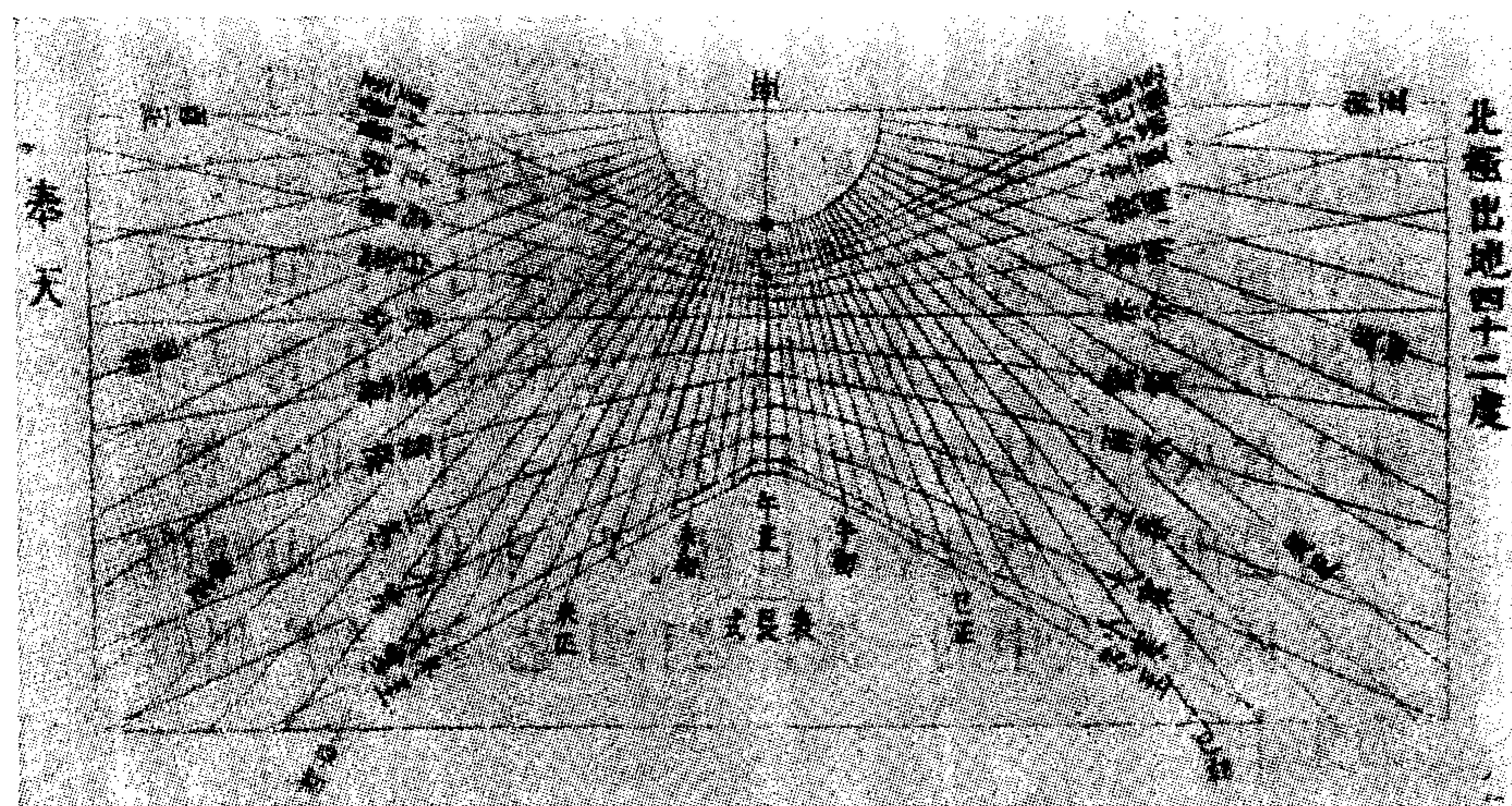


图 137　晚近的中国丙型携带式日晷。这种日晷由一套象牙板组成，图中只示出表示不同纬度的象牙板当中的两片——38 度及 42 度（采自克莱博士的珍藏品）

晷[1]，有几件实物至今还保存着[2]。这些日晷的设计，适用于自不列颠经纳尔榜（法国）到埃塞俄比亚或毛里塔尼亚这一广大地区的纬度。虽然表针显然可在地平晷面上移动，并且是顺着极轴的，但其结构实难理解，因此，迪尔斯（Diels）[3]便放弃了解释它的打算。

在结束这一论题之前，我们应当记住：周、汉之间的十二时制是非常先进的。欧洲古时钟点的长短随白昼的长度而改变，这种古制直到十四世纪机械钟出现时才被废除[4]。中国则至迟在公元前四世纪便已建立一种不变的时制，自午后十一时起等分一昼夜为十二时辰[5]。但在日本，则与此相反，形成奇特的对照，日本人在公元1873年以前，一直使用长度随时改变的钟点，而机械钟上的

---

① 维特鲁维亚（Vitruvius, IX, viii, 1）说，西奥多西乌斯（Theodosius）和安德里亚斯（Andrias）曾发明可按各地纬度调整的日晷。

② 巴尔迪尼 [Baldini (1)]、韦普克 [Woepcke (1)]、迪朗和德拉诺埃 [Durand & de la Noë (1)]、德雷克尔 [Drecker (1, 2)] 等都有记述。

③ 参看 Diels (1), pp. 187 ff.。

④ 参看 Sarton (1), vol. 3, pp. 716, 1125。

⑤ 亦可参看后面第541页，至于细节，可参看 Needham, Wang & Price (1)。

指针读数正好巧妙地与之配合，及时进行修正[1]。

(4) 刻漏（水钟）

日晷所测的是真太阳时或视太阳时，但是因有使太阳视运动不均匀的地球轨道偏心率，以及使太阳视路径（黄道）倾斜的地球倾角，真太阳时和平太阳时是不一致的[2]。因此，从很早的时候就开始用不依靠太阳的方法测时的事实，便具有很重要的意义了。欧洲在十四世纪早期机械钟出现以前，主要是靠日晷，而中国则对水钟或刻漏十分重视，这种计时器在他们的文化中已发展到登峰造极的地步。

虽然如此，刻漏却并不是中国的发明，这一点是十分肯定的。我们从古代楔形文字的记载和从埃及古墓出土的实物和明器看到，巴比伦[3]和埃

---

① 参看第二十七章第八节关于钟表机械的讨论。

② 参看本书第27页和377页。在十一月份，两者之差超过一刻钟。在日晷时与钟表时之差的两个因素当中，偏心率因素仅在近地点和远地点消失，但倾斜因素则在二分点和二至点消失。更进一步的说明见 Barlow & Bryan (1), pp. 38 ff.。

③ 参看 Neugebauer (2); M. C. P. Schmidt (1)。

及[1] 在商初（约公元前 1500 年）以前，便已经使用几百年了。滴水记时有两种简易的办法，一种是利用特殊式样的容器，记录它把水漏完的时间（“泄水型”），另一种是底部无开口的容器，注意它用多少时间把水装满（“受水型”）。巴比伦的刻漏似乎主要属于前一类型，因为楔形文字泥板载有关于调节注入的水量以适应白昼长度的计算法。埃及人则两型都用，不过受水型年代较晚，也较罕见。有一个在卡尔奈克（Karnak）发现的壶非常有名，年代约为公元前 1400 年，质料为半透明雪花石膏，高约 14 吋，壶的外表面刻有旬度星表，并附星图，此表已由恰特莱［Chatley (14)］作出解释。上述两种类型都在内壁上刻出标记，可由它看出时刻。还有一个亚述巴尼帕王时代（约公元前 640 年）的亚述刻漏，详细情况可见比尔芬格尔［Bilfinger (1)］的著作[2]。

亚历山大里亚城的物理学家和匠师们对于刻

---

① 参看 Borchardt (1); Sloley (1); Pogo (1), etc.。

② 一般关于时钟的书［例如 Milham (1), Britten (1)］，都是从刻漏谈起，但是往往很肤浅，内容不多；在亚述学、埃及学文献中可以找到有价值的材料。参阅 Archibald (1), p. 60; Kubitschek (1), pp. 203 ff.。

漏当然曾感兴趣，并想法把从狭小的管口滴下的水滴和齿轮之类的机械装置联系起来。斯提西比乌斯(Ctesibius，约公元前三世纪中叶，和秦始皇同时代)[1] 可能是首先在受水壶中使用浮子 (phellos sive tympanum) 的第一个人；浮子上装有漏箭，漏箭超过壶盖的高度指出时刻，但也可以使它指向旋转鼓轮上的刻度。按照迪尔斯 [Diels (1)][2] 复原的样品，注入的水是由圆锥形的浮阀节制的[3]。

① 参看 Brunet & Mieli (1), p. 483; Usher (1), p. 143。

② 诺伊布格 [Neuburger (1), p. 228] 引用了迪尔斯 [Diels (1)] 的文字。

③ 这是维特鲁维亚 (Vitruvius, IX, viii, 6) 的章句，布律内和米里 [Brunet & Mieli (1), p. 628] 作了转载。最初我们以为中国的漏壶没有浮阀，但后来看到周去非在《岭外代答》(1178年)中的一段文字，说明在南方和西南部族中有一种有趣的饮酒器(卷十第十四页)。村社聚饮，常用较长的稻草管或竹管，这是他们的典型风俗，并成为他们的礼仪性舞蹈的主要特征，至今还未废除。周去非写道："插一竹管——管长二尺，中有关捩，状如小鱼，以银为之——宾主共管吸饮。管中鱼闭，则酒不升。故吸之太缓与太急，皆足以闭鱼，酒不得而饮矣。"这显然是在竹节处作出一些小孔，吮吸时用力宜适度，否则小孔即被浮阀堵塞。在中国比较进步的技术中(如第二十七章第二节所记述的自动机械)是否曾经采用这一原理，则不得而知。"关捩"一名与此相近，见于清代(指的是平衡环的支轴，见第二十七章第三节)。《晋书》卷十一第七页正面记载着二世纪时张衡采用的以水驱动浑天的原始计时装置，提到另一"关捩"。这"关捩"应译作"trip-lug"(拨子)，理由见 Needham, Wang & Price (1)。此外，也可参阅第二十七章第八节。再者，十二世纪王普的著作中讲到一个漏壶，上有斯提西比乌斯式的浮阀或近似这种浮阀的东西(我们马上就要谈到)。

希腊人是否远在公元前三世纪以前就已知道刻漏还是一个问题①；但维特鲁维亚只是郑重地表示斯提西比乌斯是浮子的发明者。在公元前一世纪的时候，亚历山大里亚城的赫伦（Heron）也曾研究过水钟②，而且该城曾有人提出一种设计：当受

① 不能依照布律内和米里 [Brunet & Mieli (1), p. 146] 的说法，把恩培多克勒（Empedocles）的残篇中一段名言说成是指水钟 [Diels-Freeman (1), p. 62]。在恩培多克勒时代，"Clepsydra"一名不是指水钟，而是指一种用以从较大的容器中吸出小量液体的吸移管，见 Powell (1); Last (1)。诺伊布格 [Neuburger (1), p. 226] 的著作中有一幅年代不明的埃及古画，画面表现的是使用吸移管的情形。作者指出，如果增加一个球状物和一个可使液体漏出的小孔，便可作为计时器使用。中国文献中很少提到吸移管，但是它作为简单化学仪器中广泛使用的工具是值得注意的。唐代称它为"注子"。《续事始》（收在《说郛》卷十第五十二页正面，又见《事物纪原》卷八第十四页正面）说："元和（公元 806—820 年）初，酌酒用奠杓。无何，改为注子。其形如罂，而盖嘴，柄其背。太和（公元 827—835 年）中，贵人仇士良恶其名同郑注（是一御医，与仇士良有隙），乃去其柄，安系，著茗瓶而小异之，目曰偏提。"（《事物纪原》卷八，"奠杓"作"尊杓"；涵芬楼本《说郛》所收《续事始》，"太和中"作"元和中"。——译者）

② 参看 Brunet & Mieli (1), p. 498。赫伦提出了一种巧妙的想法，使虹吸管和浮子相连，从而在保持水头极为稳定的情况下泄水 [Drachmann (1)]，但是人们似乎都不晓得这一方案。甚至到 1912 年还曾有人以为这是新的想法，居然登记取得了专利 [Horwitz (2)]。

水壶中的水达到某一高度时，通过虹吸管使水注入旋转的平衡轮（因自身的重量而转动），使一列齿轮转动起来，从而按照白昼的长短把记时用的鼓状筒带到新的位置①。罗马的第一个刻漏据说是公元前159年传入的②。公元前一世纪时，大概刻漏已经流行很广（维特鲁维亚著书约在公元前28年），雅典测风塔（约公元前50年）上就有一个尺寸很大的刻漏。

水钟在中国叫作"刻漏"，也叫作"漏壶"③。中国的刻漏起于何时，是一个尚待解决的问题。隋唐时代的注释家如孔颖达（公元574—648年），在《诗疏》中认为那些古民歌[1)]曾提到它，但是这一解释自宋代（公元960年）以来已成疑问，因为类

---

① 许多书均有此图，如 Berthoud (1), pp. 35 ff.; Baillie (1), pp. 89 ff.; Britten (1)。但是否曾造成这种装置，尚属疑问。确实来源大概是1673和1684年珀劳尔特（Perrault）出版的维特鲁维亚文集。

② 出自 Cicero, *De Nat. Deorum*, II。

③ 麦高恩［McGowan (1)］论中国刻漏的文章是不能令人满意的，关于刻漏的主要论述见 Maspero (4)。《图书集成》以两卷（《历法典》卷九十八、卷九十九）的篇幅记述漏壶，其内容未经充分研究。参阅薮内清 (4)。

1) 指《诗经》的"齐风"、"东方未明"等。——译者

书《太平御览》的刻漏部[1] 便不曾收入这种说法。但是，刻漏在巴比伦文化中起源很早，由此看来，《诗经》(可能成书于公元前七世纪)不可能提到比较简单的刻漏的说法是缺乏根据的。

(i) 漏壶的类型；从水钟到机械钟

中国水钟技术的一般发展情况可以简单地说明如下[2]。最古老的类型无疑是泄水型漏壶，是古时从肥沃的新月地带的几个文化中心传入的。但直到很晚的时候，这一型有时还和受水型同时并用[3]。中国人也知道另一种古老的计时器：一种碗状物浮在水上，碗底有孔，孔的大小使它可在一定时间内沉入水中。这是泄水型漏壶的变形，即把泄水的过程颠倒过来了[4]。但自汉初以后，浮

---

① 《太平御览》卷二第十一页反面那一节。参阅《玉海》卷十一第一页正面那一节。

② 我们十分感激普赖斯 [Derek J. Price] 博士帮助阐明这个问题。

③ 我们马上就会看到，这种类型常见于宋代漏壶名称中。

④ 直到现在，北非在管理灌溉水闸时仍用这类漏壶 [Diels (1), p. 196, pl. XVI]。英国在中世纪时可能以此计时 [R. A. Smith (1)]。在中国，唐代僧人惠远曾用十二个莲花形钵，使它们在十二个时辰内依次沉没(《唐语林》卷五第三十一页反面)。

子上装有漏箭的受水型漏壶逐渐流行，甚至到处使用。最初这一类型只有一个贮水壶，但不久人们便了解到，壶中的水慢慢漏完，水头也随之逐渐降低，结果计时便不准确了。

若干世纪以来，避免这一困难的主要方法有两种：一种是极其简单却又非常巧妙的办法（甲型），即在贮水壶和受水壶之间加入一个或许多个补偿壶[①]；另一种（乙型）是在一列漏壶中间加入一个漫水或恒定水位壶[②]（参阅图 138）。这些方法流传民间，时常有所改变[③]。第一种类型是多级的，用的是出色的累加节制法，由于水头降低而产生的水流迟缓的现象，经过各级，逐渐得到充分的补偿。例如，在一列壶(第一个贮水壶计算在内)中，第 n 个壶水位的下降大致可用下式表示：

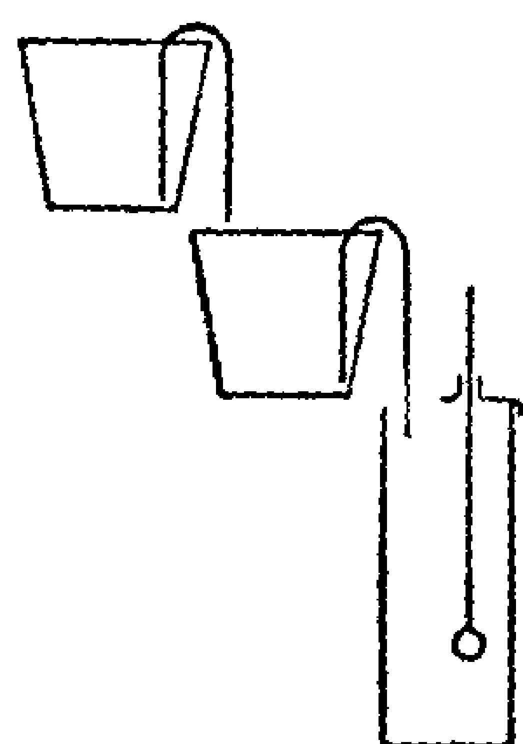
$$1-\frac{1}{n!}t^{n}。$$

现已查明，在受水壶之上，所用的壶数曾多至六

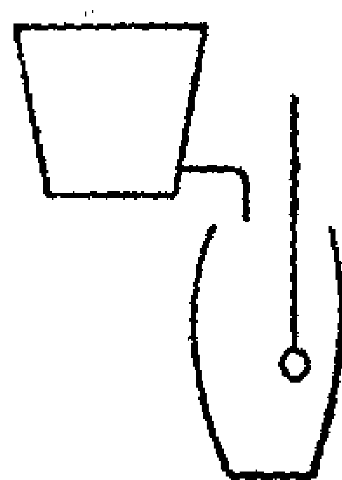
① 后面马上就会看到，二世纪时至少已有一个补偿壶。

② 似乎始于六世纪中叶，见后面第 361 页。最初是用复式(加隔板)壶，后来才加上漫流壶。

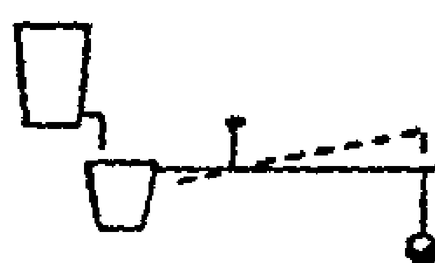
③ 例如用虹吸管代替壶底的漏嘴或水管。



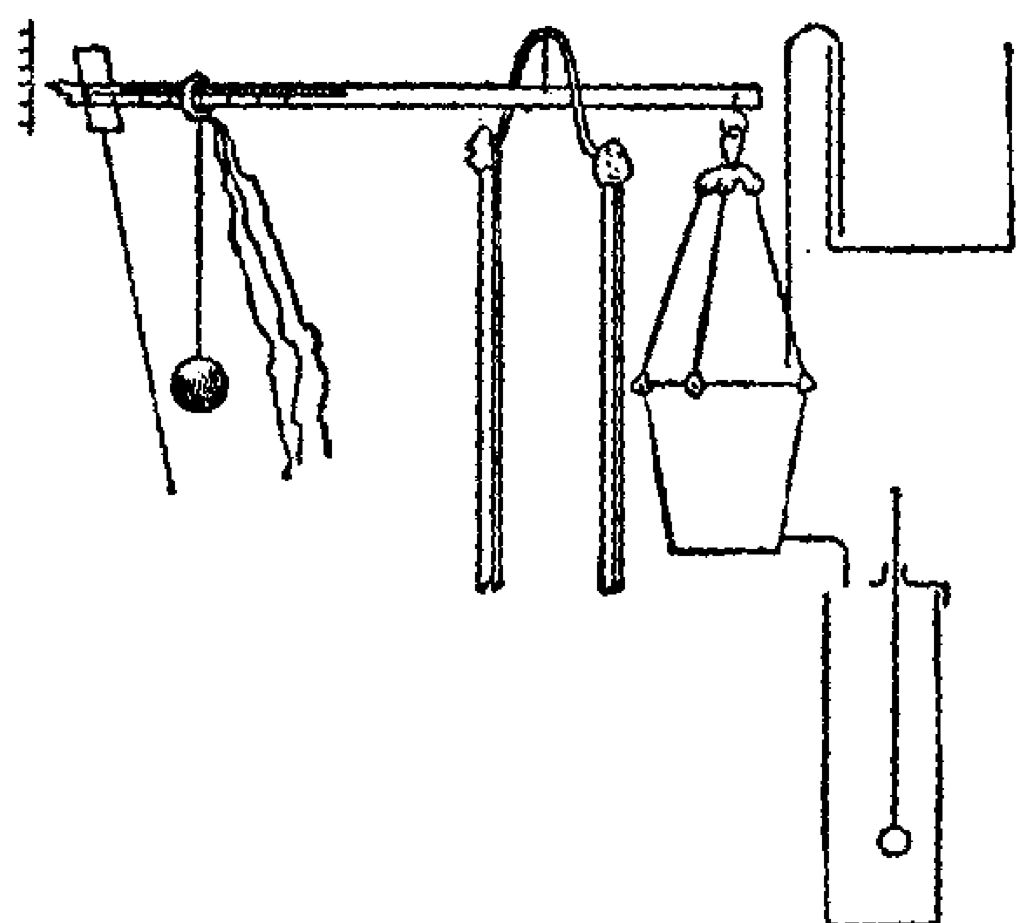
甲型　补偿壶。
张衡（约 120 年）；
孙绰（约 360 年）



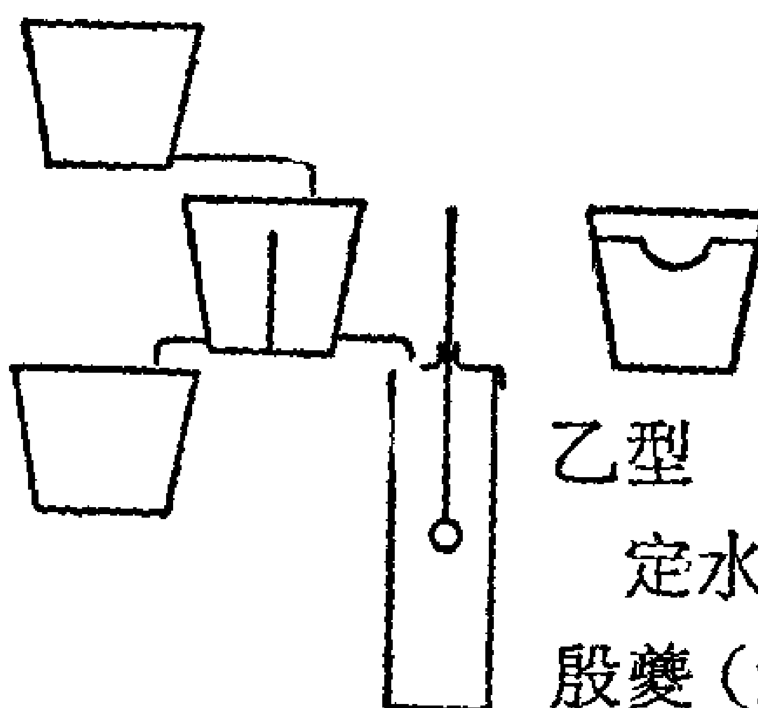
原始的受水型
刻漏——田漏。
王祯（1313 年）



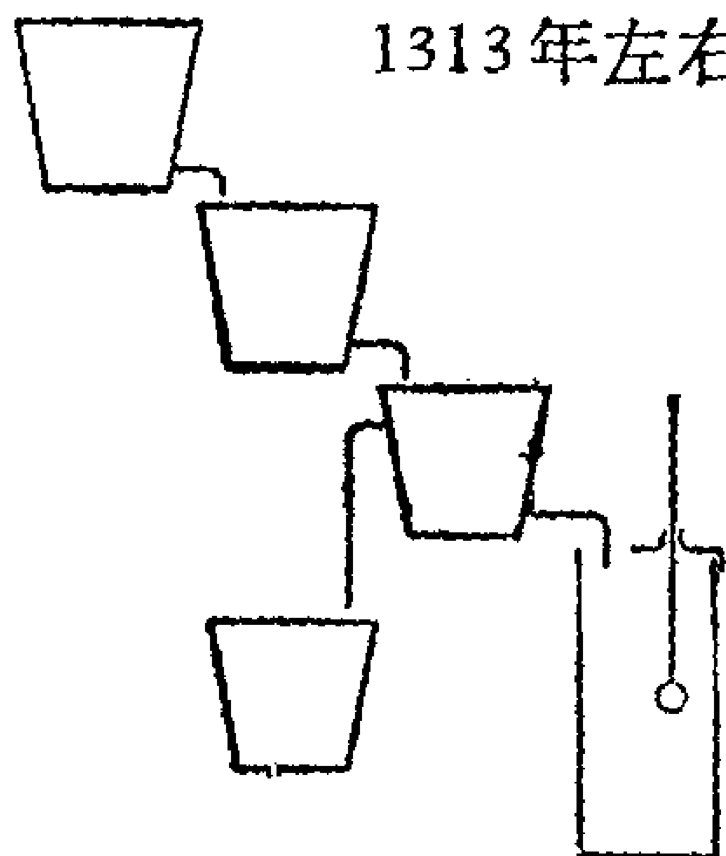
丙型　停表式刻漏，用水或
水银（短时间间隔）。
李兰（约 450 年）；
耿询（606 年）



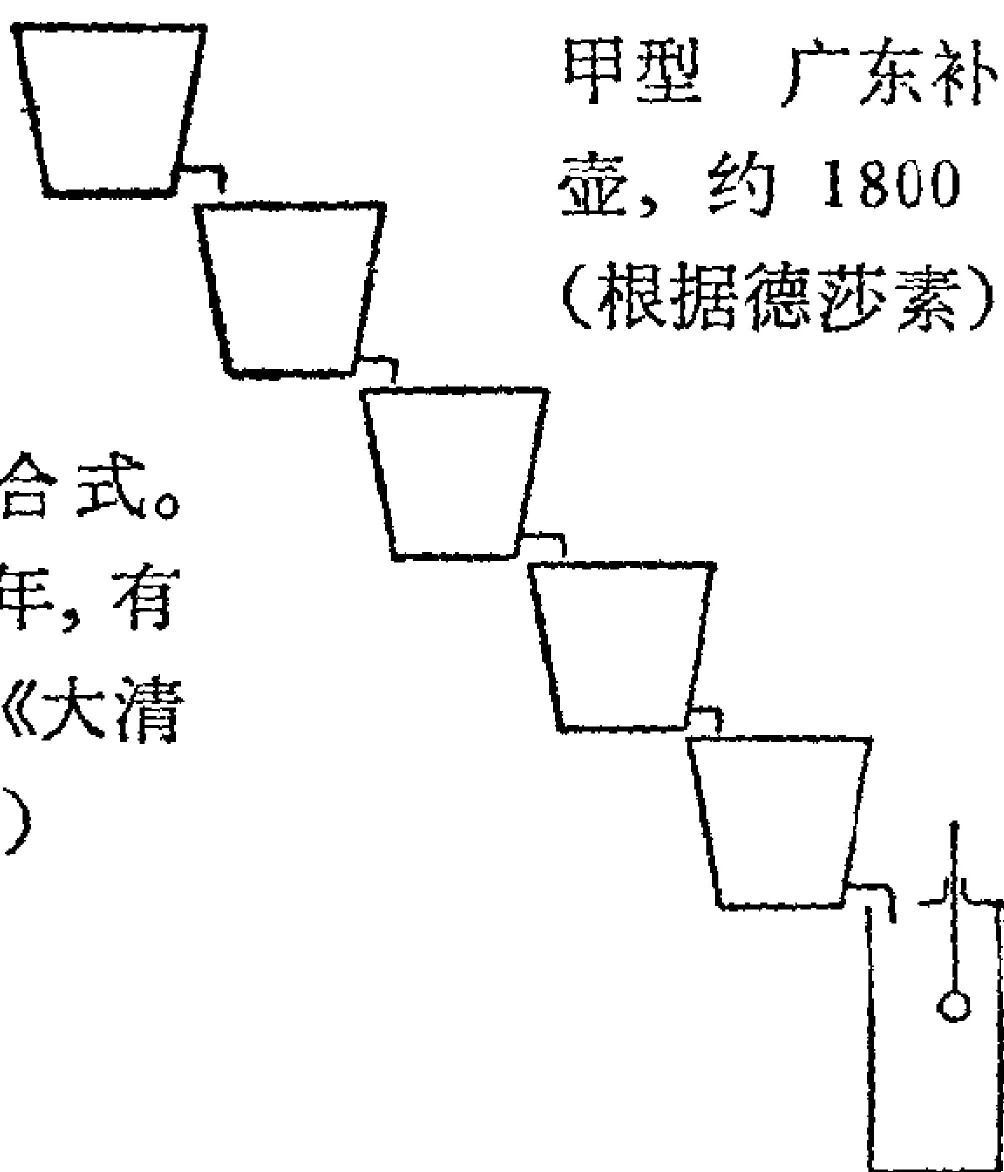
丁型　大秤式的刻漏，唐宋。
耿询、宇文恺（约 606 年）。
秤本身约在第一个壶的一半
处（《玉海》卷十一第十
八页正面那一节；王普
在 1135 年左右，王祯在
1313 年左右，均有记载）



乙型　漫水，或恒
定水位。
殷夔（约 550 年）；
沈括（1074 年）



甲、乙两型复合式。
王普（约 1135 年，有
密封的漏箭）；《大清
会典》（1764 年）



甲型　广东补偿
壶，约 1800 年
（根据德莎素）

比例尺：1 毫米约等于 2 寸

图 138　中国刻漏的几种类型

个[1]。某些残篇到了我们的手里时，已经残破不堪，字迹模糊，十分费解，致使马伯乐[2]以为某些时期（例如梁和宋）的乙型漫水壶备有某种丸形阀，并以水银为液体，但我们现在确信这是一种误解[3]，牵涉到水银的地方系指用天平的漏壶。

迄今为止，人们对于这类漏壶多少有些忽视。它们至少包括两种类型：一种是把典型的中国秤（两臂不等长的天平）[4]和受水壶（丙型）结合起来，另一种则用秤称下面补偿壶（丁型）内的水量。前一类型常常体积很小，便于携带（叫作"行刻漏"）[5]，浮子和漏箭自然是省掉了。有时也用水银，在这种情况下，贮水壶、导管和受水壶全部是用不起化

① 参看 de Saussure (29)。

② 参看 Maspero (4), pp. 190, 200 ff., 203。

③ 这种混淆之所以出现，一部分因为中国中古时代漏壶制作者惯于把导管（用玉或其他坚硬材料制成，中有口径均匀的小孔）叫作"权"。《宋史》卷四十八第十五页反面引沈括的话："……谓之权，所以权其盈虚也。"此处译为 regulator（调节器）或者较为恰当。正如下文所述，这种名词上的混淆可上溯到六世纪。历代确有种种秤漏，这一事实自然使这种混淆更加严重了。

④ 参阅第二十六章第三节。

⑤ 关于这种刻漏的详情，见于五世纪的记载；但它开始当作刻漏使用的时代可能远远早于五世纪。

学变化的材料(玉)制成的。这种仪器取决于秤杆是否平衡[①],很适合于短时间间隔的计量,例如天文学家研究日、月食或赛跑计时之用,我们可以称之为"停铢漏壶"。过去这种壶有个专名,叫作"马上奔驰"[②]。较大的丁型漏壶,在唐、宋时代是作为公共场所和宫殿上的时计使用的。由于秤杆的刻度上标明了铜权的标准位置,可以按季节调整补偿壶的水头,因而水流的速度便可按不同的昼夜长度加以控制[③]。这当然可以省掉漫水壶,并使看

① 这种办法在指针读数发展史中有其意义,不应忽略。参阅第二十一章第六节关于相风铜鸟的讨论以及第二十六章第九节关于磁罗盘的讨论。

② 在阿拉伯文化区,用不同方法和秤结合起来的漏壶也是人所共知的。《巧秤志》(*al-Kitāb Mizān al-Ḥikma*)中便有记载;此书是 1122 年阿布尔-法思·曼苏尔·卡齐尼(Abū'l-Fatḥ al-Manṣūr al-Khāzinī)所作,部分译文见 Khanikov (1) [参阅 Winten (5)]。卡齐尼可能曾用过置于秤端的泄水型漏壶 [参阅 Khanikov (1), pp. 17, 24, 105]。关于这一点,《旧唐书》卷一九八第十六页正面及《新唐书》卷二二一下第十页反面的记载最有趣:安条克城门上悬有大秤漏,每个时辰都有金丸落在金属容器中,铿然作响。两条记载[译文均见 Hirth (1), pp. 53, 57, 213] 中较早的一条是在公元 945 年写的,所叙述的事则属于七世纪和九世纪,因此,都出现在中国秤漏盛行(五世纪至七世纪)之后。中国人对于安条克的计时器有充分的认识,《渊鉴类函》(卷三六九第九页正面)曾把它列入刻漏一类。

③ 这是隋代的发明,年代约为公元 606 年,我们马上就要谈到它。

守人易于发觉何时需要加水。

除上述几种主要类型以外，还有其他一些不太流行的类型；其中最有趣的是所谓“轮漏”（戊型）。关于这种漏壶，我们将在第二十七章第八节叙述机械工程时，在钟铼装置一节中再行讨论。我们对它了解有限，但是不妨对它暂作如下说明：在戽斗轮的轴上有一个简单的拨子，水滴在戽斗轮上（有些像把戽水车的作用颠倒过来），每当轮轴旋转一周，轴上的拨子便把齿轮拨转一齿，同时受到一齿的制动，这样一转一停，便使晷面（或其他形式的指示器）缓慢转动。从二世纪张衡的时代到六世纪耿询的时代，使表演用的浑仪和天球仪转动起来的大概就是这种仪器。心目中有这样一个基础，我们对于宋代文献中常见的漏壶类型①就能有所了解了：

① 例如，《玉海》卷十一第十八页正面所引《国史志》的记载和《宋史》卷七十六第三页反面。据伯希和 [Pelliot (41), pp. 44 ff.] 的意见，这是佚书《两朝国史》的书目部分。它可能是较早的《两朝史》的一部分，但可能性不大。前一书是记公元 1023 年至 1063 年间事迹的野史，作者为王珪，成书年代是 1082 年；后一书记载公元 960 年至 998 年的史事，是 1016 年王旦所作。刻漏分为四类的说法又见于公元 1090 年苏颂的《进仪象状》（《新仪象法要》卷上第五页正面，参阅后面第 423 页）以及王应麟的《小学绀珠》（约 1275 年）卷一第三十二页反面。

(1) 浮箭或浮漏(受水型,包括甲、乙两型);

(2) 沉箭或下漏(泄水型);

(3) 秤漏或权衡漏(包括丙、丁两型);

(4) 不息漏或轮漏(戊型)。

机械钟的起源和发明将在第二十七章里叙述，无须在此提前讨论。在欧洲，把轴叶擒纵器和悬锤传动结合起来是十四世纪初的事，而在中国,从八世纪开始就已能综合各种漏壶制作技术,制成一种特殊类型的机械钟①。在这种仪器中,测时的主要部分是刻漏的恒定水位壶，由它把水或水银送到水车的戽斗中②。次要部分是可调整的秤或台秤,由它举起戽斗,直接把水注满或接近注满为止。公元725年僧一行和梁令瓒的新发明,实质上就是成为一切擒纵器的祖先的平行联动装置。具备这些知识之后，我们必须回到漏壶本身的发展史上去了。漏壶的四种主要类型示于图138。

---

① 详细说明见 Needham, Wang & Price (1)。

② 戽水车和水车的详细情况见本书第二十七章第五、六两节。

(ii) 历史上的刻漏

《周礼》[1] 中有一段有名的引喻是指漏壶说的:

负责升壶的官吏(挈壶氏)升起一个壶来指出军队营地的水井所在地，挂起一些轡绳(象旗帜那样)来指示营地的中央，并且悬起一个篮子作为指示发放口粮地点的信号。凡有军务时，他升起漏壶，以便使哨兵知道在夜间各时辰要打多少响[2]。在举行丧礼时，他升起漏壶，以便组织哭丧者的班次。他常常要注意火和水，划分日夜。他用大锅烧水来注满漏壶，并使漏壶滴水。

〈挈壶氏：掌挈壶以令军井，挈辔以令舍，挈畚

---

① 《周礼》卷七第二十七页正面(《夏官司马》上)。译文见 Biot (1), vol. 2, pp. 146, 201; Maspero (4), p. 205; 由作者译成英文。有关史料见《史记》卷六十四第一页反面司马穰苴(约公元前 500 年)的列传。

② 在中国居留过的人都知道，守夜人敲梆子[图见 de Saussure (29)]是最常见的打更方式。西方在军事上使用类似的漏壶，见 Aeneas Tacticus (约公元前 360 年), XXII, 10。关于不等长的五更，详见 Needham, Wang & Price (1)。

以令粮。凡军事，悬壶以序聚㰌。凡丧，悬壶以代哭者。皆以水火守之，分以日夜。及冬，则以火爨鼎水，而沸之，而沃之。〉

这里所提到的大概是简单的泄水型漏壶；并且已经注意到调节漏壶温度的问题了①。不幸，这段话的年代无法确定，因为《周礼》的文字有不少出于汉初；但是，它很可能是属于战国时代的，也许是公元前四世纪的著作②。公元前104年的历算家会议（博士共议，见前面第304页）曾提到刻漏，这是比较可靠的，但并未指明所用漏壶的类型。

最原始的受水型漏壶（只有两个壶，即贮水壶和受水壶），在乡村作为简陋的计时器一直沿用到十四世纪，甚至十四世纪以后。公元1313年王祯③提到了它，称它为"田漏"，并附一图，画的是一个女孩用扁担挑着两个漏壶，前往田间。他还抄录了诗人梅尧臣（卒于1060年）的一首诗作

① 宋人想像的"挈壶之图"见图144。此图出于公元1135年王普关于漏壶制作的专著（见后面368页）。他显然是把《周礼》中的漏壶当作带有漏箭的受水型壶了。

② 这样估计也许是恰当的，因为《周礼》的编撰人曾有意识地极力提早编撰年代。

③ 《农书》卷十九第二十页正面那一节。

为结束语：

天文学家熟悉星辰的出没，
他们预测寒暑也毫无差错；
但是农民也用粗壶来计时，
更不愿让光阴白白地耗过。
他的汗和漏壶水同时滴落，
他割麦的脚印如日影移挪。
谁能鄙弃这种养生的劳动？
谁又能从过去把时光回夺！

〈占星昏晓中，　寒暑已不疑。
田家更置漏，　寸晷亦欲知。
汗与水俱滴，　身随阴屡移。
谁当哀此劳？　往往夺其时！〉

确实可以证明受水壶中有浮子和漏箭的证据，最早的年代为公元85年左右，与张衡，偏䜣、李梵等同时。 在张衡的《漏水转浑天仪制》残篇里，他说：

用青铜制成一些壶，把它们分层叠置，并用清水注满。每个壶底各有一小孔，形如“玉龙颈”。水滴从上面交替落入两个受水壶，左边的壶是夜间用的，右边的是白昼用的。

每个受水壶的盖上有鎏金的铜铸小像；左边夜间的是一个长生不死的仙人，右边白昼的是一个差役(胥徒)。这些人像用它们的左手引着指示杆(漏箭)，右手指着杆上的刻度，从而表明时刻。①

〈以铜为器，再叠差置，实以清水，下各开孔。以玉虬吐漏水入两壶：左为夜，右为昼。

盖上又铸金铜仙人，居左壶；为胥徒，居右壶。皆以左手抱箭，右手指刻，以别天时早晚。〉

这里不仅有浮子和漏箭，并且显然还有虹吸管，因为后世所谓“玉虬”即系虹吸管②。这两段话的说法暗示共有三个壶；如果这种解释不错，那末，这个刻漏至少有一个补偿壶。因此，我们可以从这里追寻甲型刻漏的发展情况。王充在《论衡》中提

① 这两段均见《玉函山房辑佚书》卷七十六第六十八页，附于张衡《浑仪》之后［作者译，借助于 Maspero (4), p. 202］，原收在徐坚《初学记》(700年)卷二十五第二页正面和第三页正面；第二段文见于《昭明文选》卷五十六第十三页反面陆佐公《新刻漏铭》李善注(约660年)。参阅《玉海》卷四第九页反面和卷十一第七页正面。

② 许慎《说文解字》的解释和《周礼》郑注可作为这段描写的佐证。郑玄的注中提到了漏箭的百刻制。

到这种刻漏（参阅前面第 101 页）[1]，这就说明可以把它提前到张衡之前二、三十年，即公元 60 年或 70 年。

不过考古方面的证据告诉我们，这种漏壶在一世纪末已不是新的创造。西汉的漏壶，有两个留传后世，至少直至宋代还没有遗失，当时有人为其中的一个绘了图，并写了说明[2]。它是一个圆柱形的小铜壶，底部有流管，盖上有长方形孔，漏

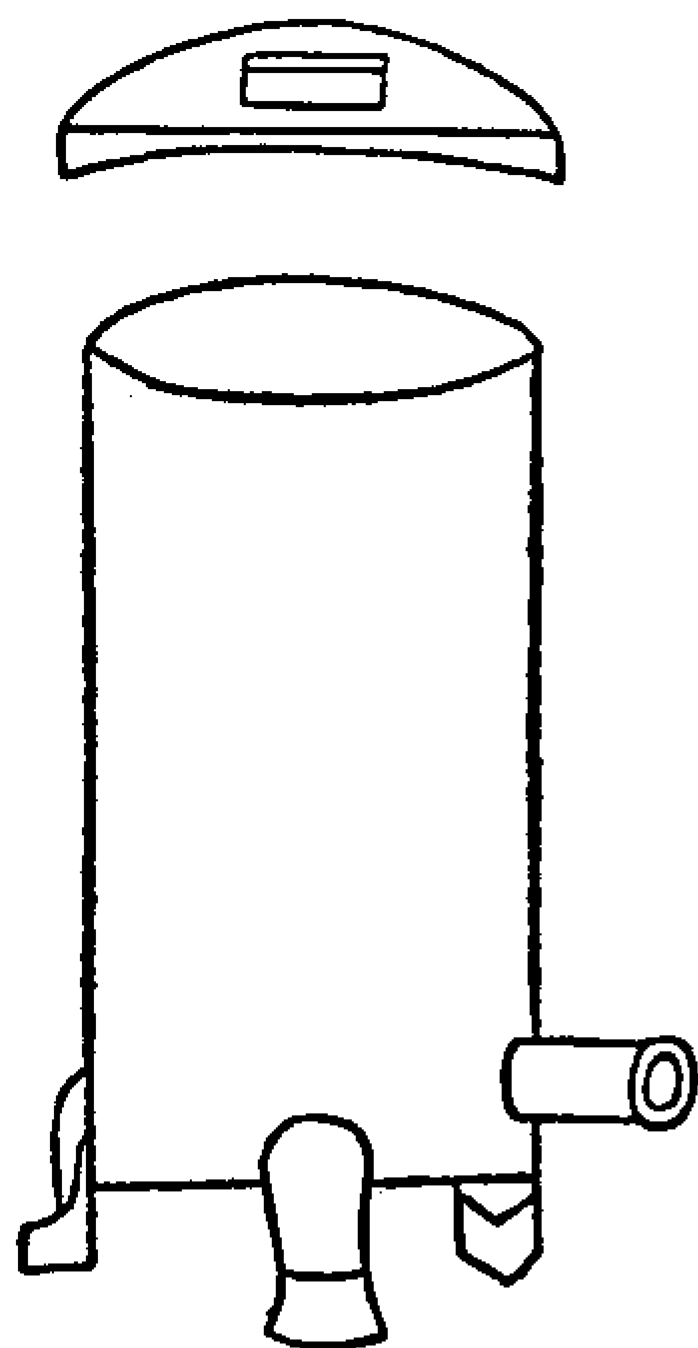


图 139　西汉（公元前 201—75 年）受水型漏壶，制作者谭正。说明见薛尚功《历代钟鼎彝器款识法帖》（十一世纪）卷十九。复制图见 Maspero（4）

① 参看 Forke（4），vol. 2，p. 84。

② 见薛尚功《历代钟鼎彝器款识法帖》（十一世纪）。

箭可在其中上下滑动（图139）。铭文中只有干支纪年，因此无法定出准确年代，但最晚当为公元前75年，最早不超过公元前201年[1)]。壶上有制作者的姓名——谭正。

由此看来，中国和埃及亚历山大里亚城古时都有带浮子和漏箭的受水型水钟，但其间关系如何，却颇难弄清。正如本书前面所述[①]，虽然直到公元120年才确实有一些西方"使者"到达中国，可是中国在一世纪之末已经和罗马叙利亚有过接触。当然也可能有更早的接触没有记载下来，但是使用这种漏壶的年代可能早得多（事实上是在汉初，即公元前200年前后），所以人们不便立即作出结论说，它是亚历山大里亚城的发明，后来才

① 本书第一卷第七章。那里已指出，重要的是有西方"使者"献机械玩具以及有关杂技演员的记载。

1） 这个漏壶及铭文又见《金石索》(金部第三册量度之属)。铭文为小篆，释文为："廿一斤十二两，六年三月己亥，卒史神工谭正，函相府。"《金石索》编者冯云鹏附有按语如下："鹏按：是铭《考古图》及薛氏俱释作'己亥年'。窃疑汉人铭识年上不加干支，且既云'六年'，不当复云'己亥年'矣。后见丹徒刘氏有一拓本作'卒'字，乃知'卒'下亦系'十'字，与'年'字相似，故误会为'年'字也。孔庙有百石卒史碑。"按照这种看法，铭文中的干支是纪日，而不是纪年的。——译者

传到中国。就目前而论，我们必须把这问题作为悬案①。如果说很难把两国的水钟技术看作两种完全独立的发明,那末,还存在另一种可能,即传播方向恰与上述相反;因为我们知道,这种水钟在中国可以追溯到张骞通西域之前②。大概最合理的说法是，双方都是从中亚细亚肥沃的新月地带和古埃及传入的。

上文引用的《周礼》的章节表明,在汉代,人们已经密切注意到水的粘滞性随温度而变化③，并且为了在冬季保持水温不变,已作出初步的努力,至少是使它不致冻结。桓谭(公元前40年—公元30年)告诉我们:

> 从前我在朝廷做官时,主管漏壶,因而发现它的度数随环境的燥、湿、寒、温的变化而

---

① 有些重要的科学技术上的发明创造几乎是同时出现在东罗马帝国和中国的，后面我们还会遇到类似情况(参阅第二十七章第六节)。

② 参阅第一卷第228页及374页,即第六章第二节及第七章第五节。

③ 当温度自100℃降至0℃时,水的粘滞系数相差9倍[1]。

1) 水的粘滞系数在100℃时为 0.2838×10^{-2} 泊,在0℃时为 1.7921×10^{-2} 泊，两者相差6.3倍，而不是9倍。——译者

有所不同。在黄昏和黎明时必须校准，昼间用日影（晷景）来对比，夜间则与星宿核对。最后就能使它们正确地工作。①

〈余前为郎典漏刻，燥、湿、寒、温輙异度，故有昏、明、昼，夜。昼日参以晷景，夜分参以星宿，则得其正。〉

他已注意到蒸发率和粘滞性的改变。这段话还提到恒星时和水钟时的比较，这也是很有意义的。

至迟自晚周以后，人们已经把一昼夜等分为十二时②，同时又并行地按百分制把一昼夜分为一百刻③。昼夜分别使用两个受水壶，一个用于白

---

① 《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷十五第二页正面，由作者译成英文。

② 亦可参看后面第541页关于历法的部分。

③ "刻"这个词现在仍用于口语中，指四分之一小时。不管这两种并行制度的来源是否各异，但由于彼此换算不便，人们总是设法使它们合理化。西汉末年，占星家甘忠可（卒于公元前23年）及其弟子夏贺良（卒于公元前5年）建议改百刻为一百二十刻。但由于这项改革被认为有推翻皇朝的意图，它的延续时间很短（见《前汉书》卷十一第五页反面那一节）。后来，公元507年，梁武帝把刻数减为九十六，推行了几年，但不久又取消了（《畴人传》卷九）。参阅 Dubs (2), vol. 3, pp. 6, 7, 93; Maspero (4), pp. 208 ff.。

天，一个用于夜晚，这是一种不必要的麻烦。由于昼长与夜长有变化，漏箭的分度便有困难，古巴比伦人和古埃及人在制作泄水型水钟时已经遇到这种困难了①。中国人的办法是这样：准备一套分度各相差一刻的漏箭，按照季节逐一抽换。采用这种调整方法可以上推到汉武帝（约公元前130年）的时候②。最初是每九天抽换一次③。公元前58年发现一种较准确的办法，即按测得的太阳赤纬更换漏箭，每差二度四分换一次。这种办法载在汉代的法典中④，一直沿用到一世纪末。公元102年，霍融把换箭的事和二十四节气联系起来⑤，这种制度一直延续了一千多年。

到了晋代，公元332年魏丕在宫殿里立了一

① 维特鲁维亚的巧妙办法（Vitruvius, IX, 8, 11）是利用受到控制的不同的流体静压力，参看 Diels（1），p. 209。

② 载在刘向《洪范五行传记》中，引文见《隋书》卷十九第二十五页正面。马伯乐［Maspero（4），p，208］说载在《后汉书》卷十二第九页正面，纯属讹误。

③ 由于太阳视运动的不均匀性，这种做法当然很不精确［Maspero（4），p. 215］。

④ 令甲第六，见《后汉书》卷十二第八页反面。

⑤ 《后汉书》卷十二第九页正面。

个刻漏，另外一个重要的刻漏是公元387年建立的[1]。四世纪中叶孙绰作《漏刻铭》[2]，其中又出现“灵虬”一名，还有一个名词叫作“阴虫”[3]，大概都是指虹吸管。铭文说：

神秘的龙嘴吐出水流一注，
阴虫承接着它向下面滴出。
三层的底座都放置着容器，
像水池一样慢慢把水收集。
时光使容器中的积水满溢，
那溢出的水又向空处下滴。
〈累筒三阶，　积水成渊。
器满则盈，　承虚赴下。
灵虬吐注，　阴虫承泻。〉

这些话暗示其中至少有一个补偿壶，更可能是两

① 《玉海》卷十一第七页反面；《初学记》卷二十五第三页正面。

② 《全上古三代秦汉三国六朝文·全晋文》卷六十二第五页反面；《太平御览》卷二第十三页正面；《玉海》卷十一第八页反面。

③ 此名又见陆机《漏刻赋》，略早于公元300年（《全上古三代秦汉三国六朝文·全晋文》卷九十七第四页正面那一节）。参阅《表异录》卷一第十四页正面。

个，因为受水壶无需底座，几乎所有实例都表明确是如此。多壶的趋势是在唐代完全确定下来的，因为后世的古制莲漏图，把在贮水壶和受水壶之间插入三个补偿壶这一制度归之于吕才(卒于665年)[①]。图140是宋代类书《事林广记》的插图[②]，图中的莲漏有四个补偿壶，汉代刻漏上的仙人和胥徒在这里已经被和尚像取而代之了。宋代常用恒定水位漫流壶（乙型），但下面所引的十三世纪的记事似乎说的是莲漏；这段记事是很有意义的，因为它涉及其他科学知识。公元1230年左右，储泳在《祛疑说纂》[③]中说：

在谈到漏壶时，人们总是要问壶应该有多大和应该容多少水。这里还有称壶中水的

---

① 吕才是制图家兼怀疑论的自然主义者，擅长音律和五行，曾对玄奘发动一场逻辑学论战。

② 采自公元1478年明刻本(前集卷二，历候类，第三页正面)，原书现藏剑桥大学图书馆。公元1100年至1250年间，陈元靓编成此书，但直到1325年才刊行。此图也常见于其他书籍，如公元1740年版的《六经图》(《诗经》部分，第四十三页正面，后面即将述及)。

③ 《祛疑说纂》卷一第十七页正面那一节，由作者译成英文。

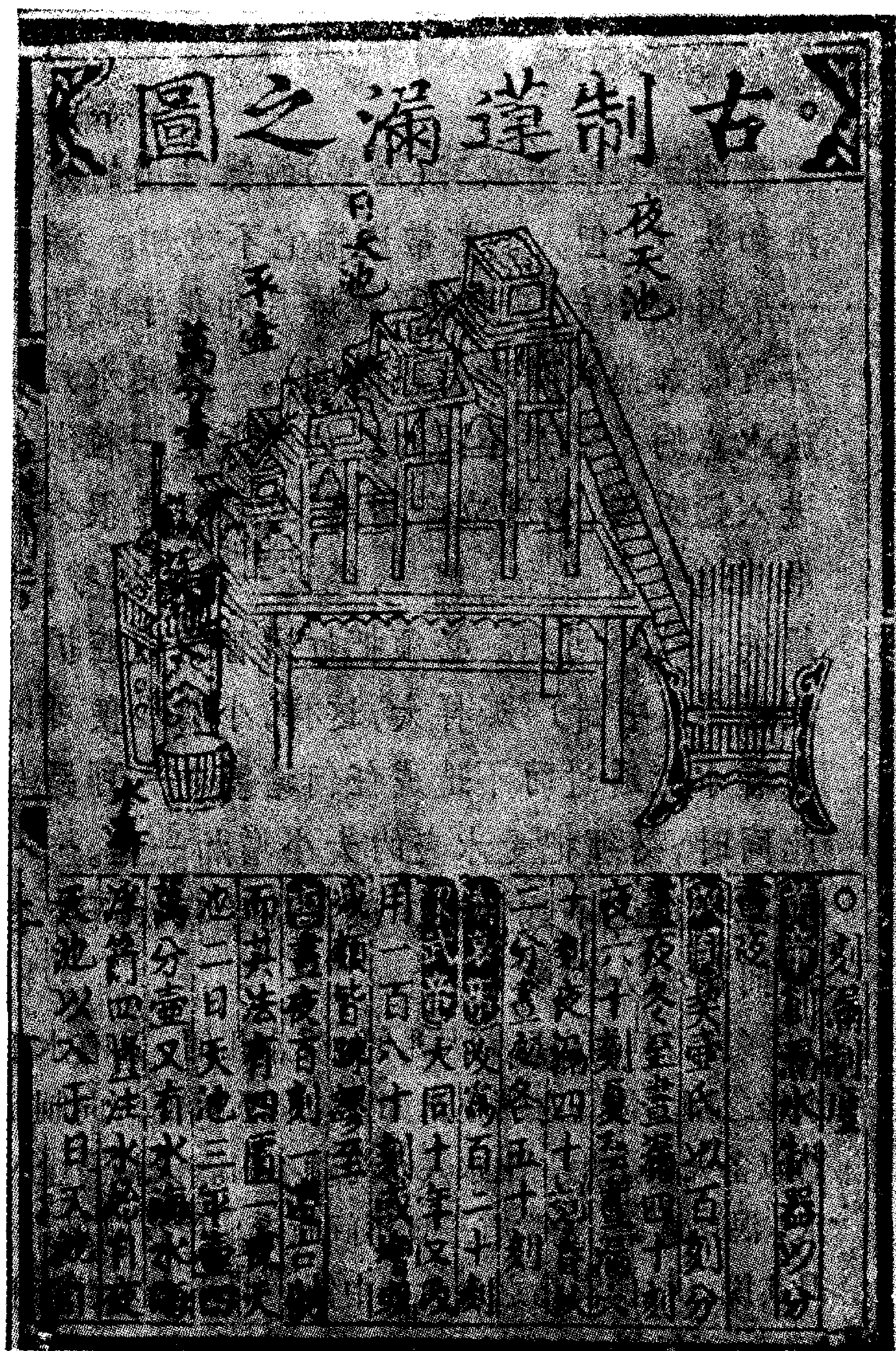


图 140　多壶式受水型刻漏——莲漏，据说是吕才（卒于 665 年）所作。采自公元 1478 年明版《事林广记》（前集卷二第三页正面），原书藏于剑桥大学图书馆。下栏的文字提到黄帝创制漏壶的传说、《周礼》挈壶氏的记载、汉哀帝（公元前 6—1年）改为百二十刻、梁武帝改为百八十刻（公元 544 年）、唐代确立百刻制等

重量的问题。虹吸管(渴乌)的嘴吐出的水流细如头发，但人们常常还怕它不够细。漏壶一般用以测定“火候”①(在炼丹和化学操作中合适的加热次数和持续时间)。但受水点和放水点的条件是不同的。如果听任一粒微尘进入虹吸管，它就立即堵塞，这种漏壶很少能准确地操作三天。但是，经过一夜的思考，我解决了这个问题。必须把虹吸管的内腔扩大到磁针（中针)②那样大，这样，小物粒便可以随着水流通过而不造成任何堵塞——可是与此同时，必须把受水壶的大小增加一倍。……我在这里记下这件事，以供那些喜欢研究各种问题的人们参考。

〈自古刻漏必曰壶大几何，受水几何；又有水重水轻之别。渴乌之嘴吐水如发，惟恐不细。向制此器以备火候之用，出水入水为制不同。大抵一尘入水，渴乌旋塞，未尝有三日不间断者。中夜以思，忽得其说：但使渴乌之水大如中针，则小小尘垢随水而下，不复可塞，不过倍受水之壶而已，……因著之

① 参阅本书第十三章第七节第（3）小节及第三十三章。

② 关于这一术语，可参阅第二十六章第九节。

以传好事者。〉

中国官方曾以水钟计时的事,人们记忆犹新。现在尚存的以广州的铜壶滴漏(图 141)[①] 为最有名,它大概也是最古老的。那是一个多壶式的刻漏,有补偿壶两个,建于元代延祐三年(公元 1316 年),制作人是铜匠杜子盛和冼运行[②]。 造成后一直连续使用到 1900 年,现在虽已保存在市博物馆,但仍能使用[③]。但是,这并不是壶数最多的,因为公元 1831 年的中国历书上有一幅刻漏图,受水壶之上的壶不少于六个[④][复制图见 de Saussure (29)]。其中最末的一个已经和恒定水位壶相差无几了。

备有漫流壶的刻漏(乙型)比之上述较简单的类型发展稍晚。最早的描述载于殷夔的《漏刻法》

① 记述见 Li Ping-Shui (1), McGowan (1), Middleton Smith (1)。刘仙洲 (1) 曾引用《广州延祐铜壶记》一文,但此文作者的姓名和时代不详。参阅《羊城古抄》卷八第三十九页反面那一节。

② 当地传说此壶为南汉(公元 917—971 年)故物, 纯系误传。此漏置于拱北楼已有多年。

③ 帕尼卡 (Sardar K. M. Panikkar) 来信说, 1951 年他曾亲往参观。厄尔 [A. M. Earle (1), p. 54] 有 1899 年亲见此壶作为官漏使用的有趣记载。

④ 图中还绘有冬季暖水用的火炉、五个值更者的更牌架和一个身着西式服装、手持罗盘的人像。

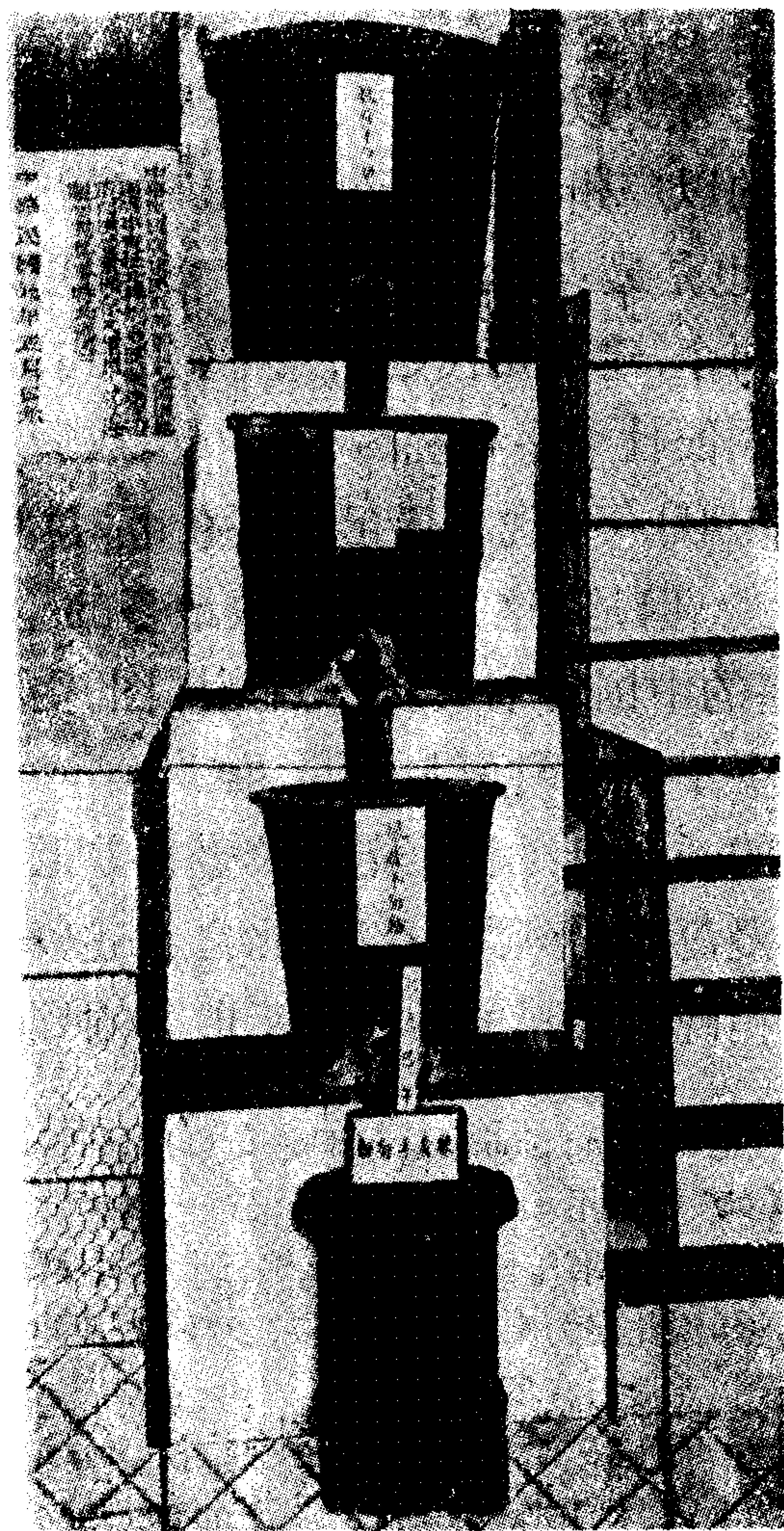


图 141 著名的广州多壶式受水型刻漏，元延祐3年（公元1316年）杜子盛、洗运行造，一直用到公元1900年以后。照片摄于民国元年（1912年）

(约公元540年),但在类书中保存着的,只有寥寥数语[①]。贮水壶和受水壶之间只有一个壶;壶中有隔板,好像使水失去流向,"踟蹰"起来。水从贮水壶的龙口中流出,经由"经纬"(滤器)加以净化,通过"衡渠"(导管)离开漫流(或恒定水位)壶,注入受水壶。受水壶上有一"司辰",双手指着"天浮"(漏箭)。不过这种装置的年代大概还要早一些,也许在祖冲之的时代(即五世纪后期)已经出现了。他的儿子暅之曾在公元506年奉命重修官漏,次年新漏造成,曾有勒铭[②]志庆的事。

关于这些刻漏,自宋代以后,有许多记载流传下来。宋初,燕肃的"莲花漏"(受水壶的顶作莲花状,这是佛教的一种象征[③])采用漫流原理。这位

① 《初学记》卷二十五第二页;《玉海》卷十一第六页反面。完整的译文见 Maspero (4), p. 193, 但须稍加修改。据他说,殷夔的话又见于《隋书》卷十九及《文选》卷五十六,但我们所用的版本未收入,可能是在注释中。姚振宗(1)把殷夔列入后汉,这是错误的。

② 即陆倕(陆佐公)的《新刻漏铭》,见《文选》卷五十六第十一页正面那一节及《全上古三代秦汉三国六朝文·全梁文》卷五十三第七页正面。

③ 记载见《青箱杂记》卷九第八页正面那一节及《玉海》卷十一第十五页正面那一节。

巧匠①最初在1030年制作此漏，经过多次试验，六年后正式被采用了。于是别的刻漏也都同时改为漫流系统②。燕肃的制式时常见于各种图籍，例如图142便是《六经图》③中的一幅；这种制式在



图142　漫流式受水型刻漏，据说是燕肃所定（公元1030年），采自清版《六经图》(1740年)

---

① 他是学者、画家、工艺家兼匠师。我们在论述海潮(本书第777页)、记里鼓车以及指南车的制作(第二十七章第三节)时，将再提到它。

② 其中有些是秤漏(丙、丁型)。详见《宋史》卷七十六第三页反面和《玉海》卷十一第十六页正面和十九页正面。检验者是司天监王立和年轻专家章得象、冯元，会同检验的是杨惟德。杨惟德在二十年后成为1054年超新星的观测者(见后面第613页)。

③ 公元1740年王皜本，《诗经》部分第四十三页正面。明、清时期此书版本颇多，但最早的是宋代的杨甲本。燕肃的莲花漏在《事林广记》中也有记载（1478年刻本前集卷二第三页反面)。

其后几百年中确实成了漏壶的标准①,因而"莲漏"一名也便成为通用名词②。十一世纪时沈括③为进一步加以改进,曾作出巨大努力,1074年1)他上疏提出"浮漏议",这份意见书至今还在④。他所用的名称略有不同,即把恒定水位壶中的漫流隔室⑤称为"枝渠",隔板本身称为"水槩"。"水槩"上有半圆形的缺口,状似用旧的磨刀石⑥,因而称为"釃"——这个字很有意思,它的本义为二渠分流,是一个不常见的古代水利工程学术语。引水至受

---

① 例如,张行简在公元1190年至1208年间曾为金人制莲花漏。见《金史》卷二十二第三十二页反面那一节。

② 《榕城诗话》卷上第十页反面记载着十八世纪的学者戴瀚赞美幽独的诗句:"大荒旷閴无鼓钟,漏箭莲花夜继日。"

③ 参阅本书第一卷第289页。钱君晔(1)曾研究过沈括的生平事迹。

④ 《宋史》卷四十八第十四页反面那一节。译文见 Maspero (4), pp. 188 ff.,但该文错误甚多,不能令人满意。我们有自己翻译的译文,但在这里没有引出。

⑤ 燕肃和沈括都说是四壶,因而造成一些混乱。实际上,四壶并非一套,其中一个是受水壶,另一个是放在下面承接溢出的水的。

⑥ 参阅第二十六章第七节关于透镜形状的讨论。

1) 本书原文误作1704年。——译者

水壶的"颈"(导管)是玉制的[①],称为"玉权"(调节器)。关于刻漏和其他天文仪器的密切关系,以及把它放在天文院之内的原因,沈括在《梦溪笔谈》[②]中均有说明。

随着时间的消逝,甲、乙两型已经合而为一(或许有些不合理),于是整个系统便包括下列各壶:日天壶(贮水壶)、夜天壶(补偿壶)、平水壶(漫流壶)、带浮箭的万水壶(受水壶)和分水壶(漫流受水壶)。这是载在《大清会典》[③](1764年)中的漏制。图143所示是迄今仍然保存在北京故宫博物院的刻漏,上述各壶[④]都可在图中看到。但是,关于这种类型的刻漏,我们另有一幅古老得多

① 关于希腊水钟使用宝石(特别是缟玛瑙)的问题,参阅Drachmann (2), p. 18。

② 《梦溪笔谈》卷八第八则[参阅胡道静(1),卷上第335页那一节]。

③ 《大清会典》卷八十一第二页反面;译文见Maspero (4), pp. 185 ff.。

④ 有趣的是,中国历代图籍上所画的壶往往都作花盆形,而受水壶则作圆柱形。古埃及的漏壶采用花盆形状,无疑地是一种初步补偿水头下降时流速减缓的方案。至少就最初的三分之二流量来说,利用抛物体或77度的平截头体可以达到流速不变的目的;参阅Borchardf (1)。中国这种传统难道不可能是来源于米索不达米亚原始泄水型水钟的知识吗?

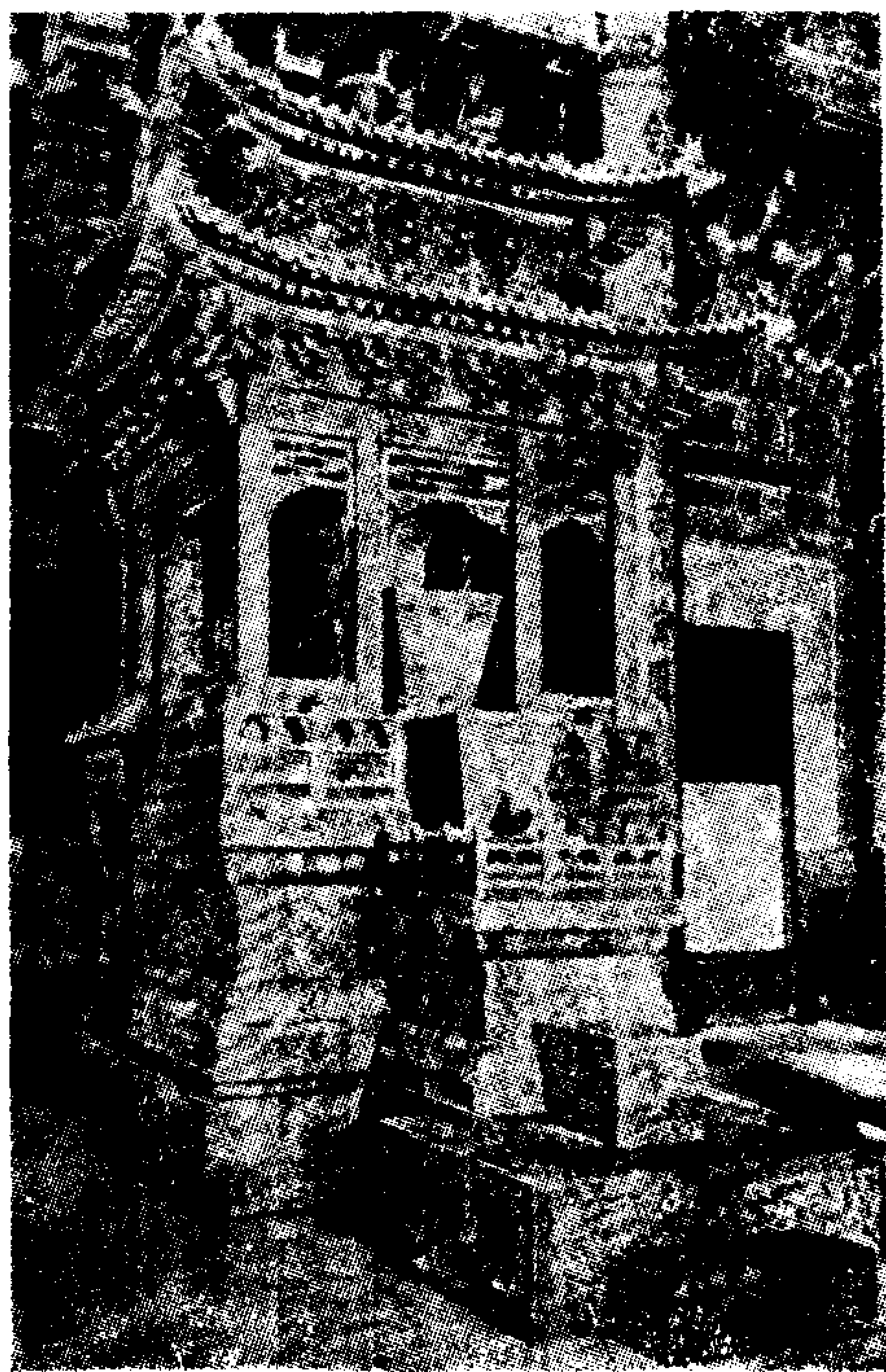


图 143 复式受水型刻漏，现存北京故宫（董作宾等摄）

的插图，年代为十二世纪[1]，它在所有各文明古国印制的这种水钟图中应该算是最古老的。因为图144采自上文提到的宋版《六经图》①，附文中的

① 杨甲原本刊行年代显然为公元1155年左右，公元1170年左右毛邦翰有增补。由此看来，杨甲已把当时流行的设计编入书中，但以后我们将看到，南宋在时钟学的发明创造方面，远远不如北宋（第二十七章第八节）。

1) 原文作十三世纪，从下文看来，应是十二世纪之误。——译者

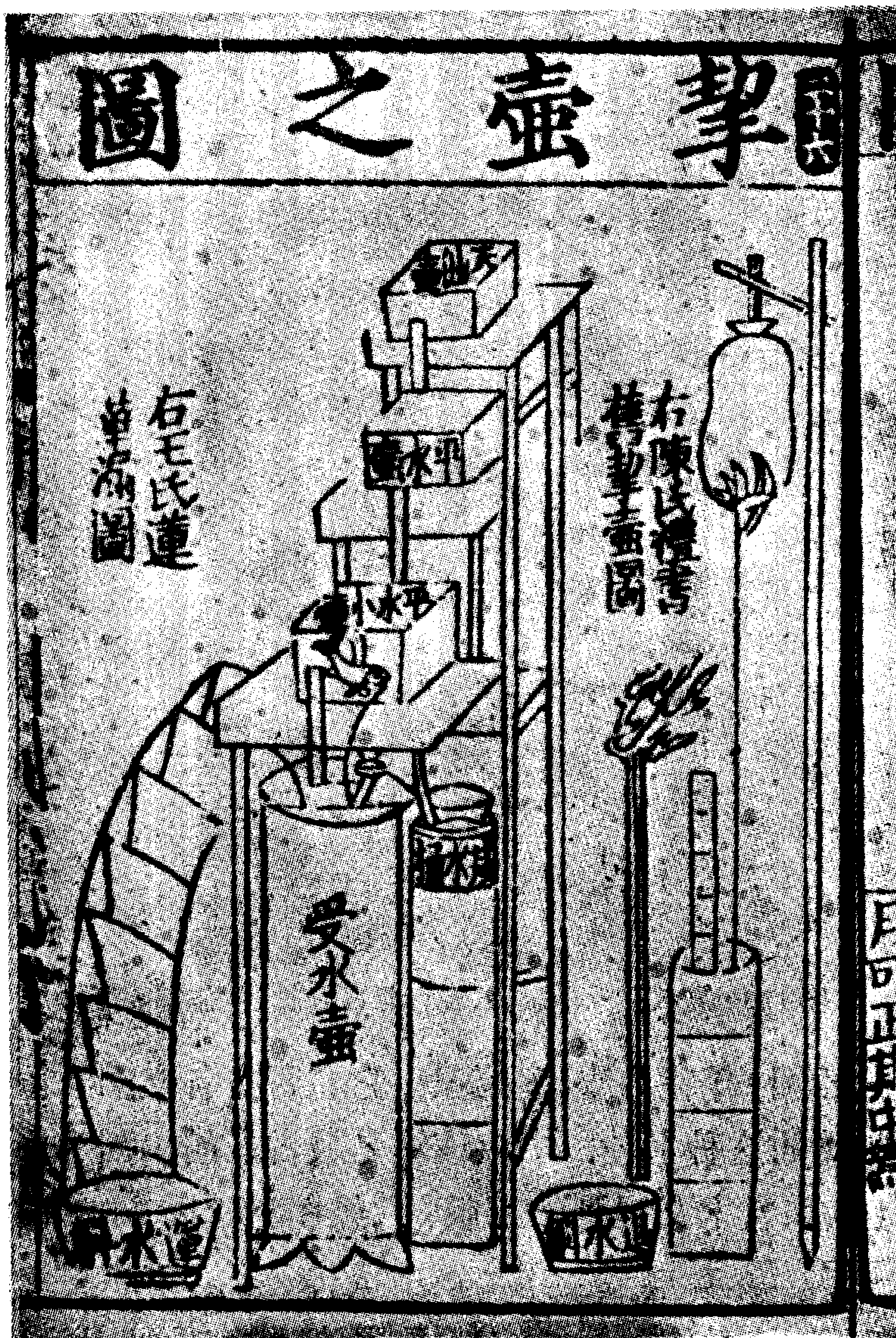


图 144　有关刻漏的最古老的木版画《挈壶之图》。采自宋代杨甲《六经图》(约公元 1155 年)。图中左侧表示公元 1135 年王普在《官术刻漏图》中描写的复式多壶漫流刻漏,附自动化装置,可在漏箭上升至最高限度时自动断流。右侧是最古老、最简单的受水型漏壶,作为《周礼》挈壶氏一节的插图

“王氏”已证明就是王普，而王普的《官术刻漏图》（早已散佚）刊行于公元1135年左右。《六经图》在陈述秤漏之后，接着就叙述所列举的类型，还附加几句非常难得的报道，即当漏箭上升到最高位置时，便把流水经过的管口堵塞了。在十二世纪的中国，居然再次出现这种外表上和希腊式类似的机件，确属奇事，不过这种机件不是用以控制水流，而是用以阻断水流，并且这样做的目的也未全部弄清。

关于不由浮子上漏箭的高度而由水壶的重量表示时间的刻漏(丙、丁型)，现在必须略作交待。最简单的办法是把受水壶附在秤上，通常用的是中国秤[①]。我们不知道在汉代或三国时代是否已有这种做法，不过，我们所看到的关于这方面最早的文字记载，是北魏道士李兰写的另一《漏刻法》（约公元450年），他在书中说，当时此法已是人所共知的了。李兰论刻漏的残篇保存在类书《初学记》[②]中，是很有价值的：

---

① 详见第二十六章第三节。

② 《初学记》卷二十五第二页反面；此书编者为徐坚，成书于公元700年。又见沈约《袖中记》。

用一个容器贮水，再用一个弯钩形铜制虹管从那里把水引出。这样，容器中的水就被导入银龙的嘴里而注入秤重量的容器（权器)。滴出的水为一升①时，称出的重量为一斤②，而所经过的时间为一刻钟。

〈以器贮水，以铜为渴乌，状如钩曲，以引器中水于银龙口中，吐入权器。漏水一升，秤重一斤，时经一刻。〉

这是个小秤漏。他接着说：

用玉壶、玉管和流珠可制造快速停表“马上奔驰”那样的轻便漏壶。流珠是水银的别名。③

〈以玉壶、玉管、流珠——“马上奔驰”行漏。流珠者，水银之别名。〉

这样，他指出便于携带的短时间间隔停表式刻漏，须用防腐蚀的零件才能使用水银，但工作原理与普通秤漏相同。这几种型式当时流行的程度如何，很难确定，不过到了隋代(公元605—616年)，

① 汉代的升约为0.36品脱(美制)。

② 当时的斤合0.22公斤或半磅左右。

③ 马伯乐［Maspero (4), p. 192］有译文，但译文中包含一些成见，所以我们舍弃不用，重新自己译成英文。

行漏车已成为皇帝仪仗队中必不可少的一部分[1]了。

丁型刻漏更为复杂。它似乎是隋代著名的工匠耿询和宇文恺的创造。《隋书》说[2]：

> 大业初年（公元606年），耿询[3]制造出古代形式的"欹器"[4]，用来接受漏壶的水。他把它们献给隋炀帝，隋炀帝很高兴，于是就要求他和宇文恺[5]一道仿效北魏道士李兰所创造的方法。这个老道士的技术是用一个小秤

---

① 《宋会要》说："隋大驾钟车、鼓车也。"隋《大业杂记》说："大驾羽卫，有行漏车、钟车、鼓车。今为舆。"《宋会要》说："隋大业行漏车也。盖隋制。"以上均见《事物纪原》卷二第四十七页正面。

② 《隋书》卷十九第二十七页反面那一节，由作者译成英文。参阅《续世说》卷六第十一页正面。

③ 耿询是工匠兼仪器制造家。他生活在动荡的时代，经历过很多艰险。《隋书》卷七十八第七页反面那一节的耿询传已由作者等［Needham, Wang & Price (1)］译成英文。

④ 这是一种具有流体静力学意义的东西。这种容器注满水则倾覆，象征王侯、卿相因过分贪婪而毁灭。见第二十六章第三节的讨论。

⑤ 宇文恺是工匠兼建筑师，任隋朝工部尚书三十年。我们还要多次叙述他的事迹，例如第二十七章第三节关于帆车的部分。

漏，它有一个量水器——所以很轻便。为此，耿询和宇文恺还造出测量日影的表针，以便对秤漏的指示杆(或秤梁)刻度,并在上面设置盛水的方形器皿。这些时间指示器设置在东都洛阳皇宫内乾阳殿鼓楼下。他们还制造了轻便的停表式漏壶来报时。计算时刻的日晷和漏壶这两种仪器能测量天地的现象，所以它们是校准浑天仪和天球仪的主要工具。

〈大业初，耿询作古“欹器”，以漏水注之。献于炀帝，帝善之。因令与宇文恺依后魏道士李兰所修道家上法秤漏，制造秤水漏器，以充行从。又作候影分箭、上水方器，置于东都乾阳殿前鼓下司辰。又作马上漏刻，以从行辨时刻。揆日晷，下漏刻，此二者测天地、正仪象之本也。〉

这时的新发展导致了宫殿或公共场所使用的大型刻漏的出现；这类刻漏连续用到宋末(十四世纪)。这种发展从图 138 可以很好地予以估价。很幸运，类书《玉海》[①]把《国史志》[②]上的详细报道收进

① 《玉海》卷十一第十八页正面那一节。这段话的完整译文见 Needham, Wang & Price (1)。

② 如前面第 346 页所述，这大概是王珪《两朝国史》(1082年)的一部分。

去了。首先，使用四支漏箭[①] 就显然表明，附在秤上的是补偿壶，而不是受水壶。正像燕肃的莲漏以及其他甲、乙型刻漏那样，所用的漏箭只是四支，而不是四十八支[②]，所以必须改变注水速率，以便适应昼夜长度的季节性变化[③]。要做到这一点，需要在补偿壶中维持一定的水头，后者可以通过在秤杆上移动铜杯（挂铜权的铜镮），而加以精确调整。事实上，秤上确有一套与季节相应的刻度。看守人必须保持秤杆不离开水平的位置，并移动虹吸管以调整贮水壶的水头，在必要时则须把水壶注满。调整时可用带拉手的方环（方镮）使秤保持稳定。

中国历代的非机械水钟，其主要类型大致如此。关于它们，确实有过不少文献，但几乎已经全部散佚。《通志·艺文略》[④]（1150 年）所列

---

① 基本上可以肯定，两箭用在白天（上、下午），两箭用在夜间。每一支箭的一面标有适合于二分日的三个时辰和二十五刻，另一面标有大小时辰数和刻数。

② 用法是在每一节气中间换一箭，末了换一箭。

③ 所以，在夏季夜间和冬季白昼较短时，流速应当加快。

④ 《通志·艺文略》卷四十四第十九页反面和第二十页正面。

的书名不下十五种，现在一种也找不到了。最古的是公元100年左右霍融（前面已提到过）的《漏刻经》，但陈代的朱史（约563年）和稍晚的陈太史令宋景也都有同名的著作[①]。隋或唐初，皇甫洪泽参考所有前人的残余著作，归纳成为刻漏专著。燕肃曾写了图说来描述他自己的刻漏（1030年）。最后，我们后面将看到，宋代关于机械水钟的书至少有三种，但存留下来的只有一种[②]。

十七世纪时，在欧洲，人们在一定程度上又重新对水钟感到兴趣。约翰·巴特（John Bate）在公元1635年记述过一种中国古典式样的水钟，这是一种带人像的受水壶，人像的手指着向上浮起的漏箭；此外他还记述了其他一些古式水钟[③]。不过这些水钟大多已经不用简单、古老的滴漏原理，而是依靠一种鼓轮的作用。鼓轮用隔片分成若干

① 有些著名的天文学家，例如何承天（约420年）和祖暅之（约507年），也有同名的著作。

② 见第二十七章第八节。

③ 这些装置包括沉钵的一种变种、一种顶上有孔的玻璃沉钟和一种沉钟（见第二十七章第八节）。

辐射状间隔，每一隔片上各穿一小孔，水从某一间隔流到另一间隔时，部分地阻碍了链条或绳索（挂在带齿轮的钟面）上的鼓轮下跌，或者降低了它在斜板轨道上滚下的速度，所以，所起的作用和液体擒纵器相似。这些设计无疑是渊源于中世纪阿拉伯的间隔鼓轮装置，其中有一些是出于追求永动机的人们的苦心钻研①；钻研结果产生了《天文学知识全书》[*Libros del Saber de Astronomia*, 1275年左右在博学的卡斯提尔国王阿尔丰沙（Alfonso the Wise）主持下编成]中所载的液体擒纵器水银鼓轮钟②。鼓轮水钟在十七世纪传播并不迅速③，

---

① 详见 Schmeller (1)；这些事情与印度有密切关系，这意味着当时东方接触的范围可能比印度还要远些。见第二十七章第八节。

② 参看 Rico y Sinobas (1), vol. 4; Feldhaus (22); Drover (1)。

③ 祈尔歇[1) [Kircher (2)] 在1643年末提及这种水钟，而它们在1691年对格拉夫罗尔（Graverol）来说仍为罕见之物。奥扎南（Ozanam）在《数学游戏》（*Mathematical Recreations*）一书中曾有记述，他把这项发明归之于多梅尼科·马蒂内利（Domenico Martinelli, 1663年）。

1) 祈尔歇在本书第一卷中译为柯切尔。——译者

但到了十八世纪却流行很广①。当时的某些著作家认为它们是从一种活动木偶发展起来的；这种木偶据说是中国的发明，内部装有满盛水银的槽和导管，它能一面从阶上走下，一面表演武术动作[根据范穆申布略克②（1762年）和贝克曼③的记述]。关于这种木偶的来历，人们可能愿作进一步的了解；它们很可能渊源于中国古代传统的欹器④。前面已提到欹器与计时的关系，即公元606年耿询用刻漏水滴缓注欹器一事⑤。不管怎样，带有间隔的贮水器也很像亚历山大里亚城的传统，阿尔丰沙的水钟之所以受人重视，主要因为它是用重力传动的；这样，人们就把亚历山大里亚城的传统

---

① 萨蒙（Salmon）在法兰西科学院的《工艺全书》(*Description of Arts and Trades*, 1788, vol. 27）锡匠工艺部分有详细说明。据普朗雄[Planchon (1)]说，当时巴黎附近的桑（Sens）是制造鼓轮水钟的主要中心。

② 范穆申布略克 [van Musschenbroek (1), vol. 1, p. 143] 说："为了使我们能把玩赏和实用结合起来，我想记述一下不久以前中国人所发明的小偶人，这种小偶人和活人一样，以种种姿态从较高的梯级逐级走下。……"

③ 参看 Beckmann (1), p. 84。

④ 参看前面第371页。亦可参阅第二十六章第三节。

⑤ 参阅第371页所引《隋书》的记载。

和欧洲十四世纪的机械时钟联系起来了。但是，重力传动代替水力传动其实另有一番原委，我们将在适当的地方再讨论这个问题。

(iii) 火钟和时差

关于日晷和水钟已经讨论得不少了，但正如大家所知道的，它们所测得的时间并不经常是互相一致的。太阳在天上的视运动是不规则的，有时比视运动的平均速度快一些，有时又慢一些，这一事实是古代天文观测中最重要的发现之一，其时代可追溯到古希腊和古巴比伦[Neugebauer (5)]。我们已经在第十九章第九节第(5)小节看到，七世纪时，中国的李淳风曾研究出一种代数方法来解决这一难题。在古代，由于太阳视运动不均匀而产生的明显后果，最容易感觉到的是四季(各分至点间的时间间隔)长短不等。不过古代天文学家知道，如果能用时钟有规则地长期进行测时，他们一定会发觉时间不是永远和太阳一致的。前面第336页已经说过，这种效应来源于两种情况，第一是地球轨道是椭圆的，第二是赤道面与黄道面成一角度；时钟时与太阳时之差，最大正值（$14\frac{1}{2}$

分）在二月，最大负值（$16\frac{1}{2}$分）在十一月。这就是所谓“时差”①。对于这样大小的差数，刻漏可能比十一世纪的中国机械时钟或十四世纪的欧洲机械时钟（每天快或慢20分）②更容易觉察出来。自开普勒以后，时差的精确上下限很容易计算出来。十七世纪中叶，使用摆的时钟出现，误差降为每天10秒③，从此便可准确地测出时差了。

虽然有发展前途的是机械钟，但在某些情况下，也可能有其他较水钟更为精确的计时方法。据宋代学者薛季宣（十二世纪中叶）说，除刻漏和日晷之外，还有一种“香篆”计时法。关于他的记载，由于某些原因，我们以后将另行讨论④。看来要使香篆燃烧得非常均匀是很难的，也许从来就没有做到过⑤。但是，这种方法曾在中国广泛流行⑥，

---

① 参阅 Spencer-Jones (1), p. 44; Smart (1), pp. 42, 146; Barlow & Bryan (1), pp. 38 ff.。

② 参阅第二十七章第八节。

③ 参阅 Pledge (1), p. 70。

④ 见第二十七章第八节。

⑤ 米歇尔 [Michel (11)] 曾对线香作出说明。另一种见图145，香火顺着篆字式的迴文沟燃烧。

⑥ 宋代的记载见洪刍《香谱》（卷二第五页正面）。可以对比英国的“阿佛列王的蜡烛”(the King Alfred's candles) 和“燃烛拍卖法”(“auction by the candle”) [Hough (2), p. 40]。

并使一位十七世纪的耶稣会传教士安文思（Gabriel Magalhaens）留下了深刻印象。他写道①：

> 华人亦有夜验更筹之法，已由此发展为该国一新奇工业。彼等将剥离剉碎之木材捣为粉末，调为糊状，然后制成各式盘香。亦或以贵重物料如沉、檀等木制成，长约一指许，富家厅堂及读书人之书斋皆燃之。别有廉价者，长一、二腕尺或三腕尺[1]不等，粗如鹅毛笔，燃于佛塔或神像之前。彼等处处用之，如燃烛然。盘香以特制模子制成，粗细均匀，自下盘旋而上，直径逐渐缩小，成圆锥形，间距则逐圈增大，宽一掌以至三掌以上②；燃烧时间与其大小成比例，长一、二日至三日不等，寺院中且有可燃至一、二旬或三旬者。此"盘香"[2]形似鱼网，亦似绕于圆锥体上之绳；

① 参看 Magalhaens (1), p. 124。

② 在诺曼·刘易斯［Norman Lewis (1), p. 177］的一张引人入胜的照片上，示出几种盘香。细致的彩色照片，见 G. W. Long (1)。

1) 原文为 cubit，即由肘至中指尖的长度，相当于 18 至 22 吋。——译者

2) 原文作 Weeks，即现代英语的 wicks（烛心），从下文看来似指盘香。——译者

悬其中央,燃其下端,香火即宛转燃烧。其上常附标记五,以辨五更。以此计时至为可靠,吾人从未见其有大差误。书生、行旅及一切因职业关系须按时起床者,可在盘香适当位置上悬以小重物,燃至此处时,重物即落铜盆中,铿然作响,以醒睡者。此发明可代自鸣钟;所不同者,自鸣钟机件复杂,价且至昂,除富有者外无法购置。此则至简易价廉之物,一盘可用二十四小时,所费不过三文也。

图145是一个十八世纪的金属制香篆钟,香火可在盒内沿篆字式的迴文蜿蜒前进。

人们也许要问: 中国中古时代有没有沙漏?王振铎(5)以为沙漏是后来由荷兰和西班牙的船舶传入的[1],而林语堂[2]却举出几段苏东坡的文章[3],认为它们暗示宋代已经使用沙漏。我们认

---

① 参阅《琉球国志略》(1757年)的《图绘》部分第三十四页反面。王振铎的证据是颇为可信的。

② 参看 Lin Yü-Tang (5), p. 20, 229。

③ 例如,《眉山远景楼记》(《东坡全集》前集卷三十二)中说,农民耕作时以漏计时,到收获之日则"决漏"。

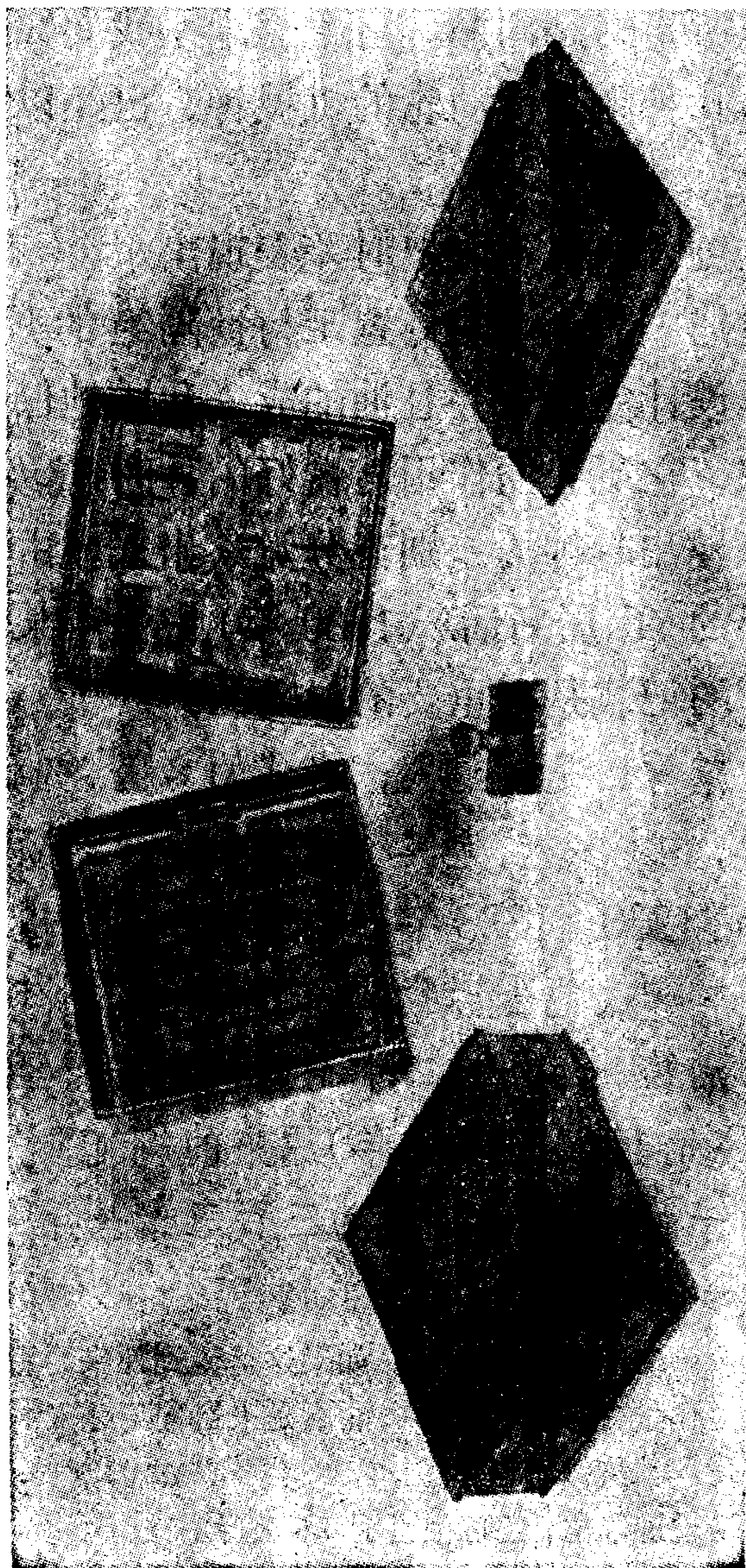


图145　金属香篆钟，年代不详。香篆粉的燃烧点沿篆字形笔划蜿蜒前进。右后方的香盘作“寿”字形。右前方的罩子上可看到“双喜”字样（伦敦科学博物馆摄）

为苏东坡所指的是刻漏。不管怎样，我们知道明初以后有几种附有传动轮的机械钟，已经以沙代水了[①]。

这几种方法都不能把时差表现出来。不过，可以设想把一盏点燃的灯置于与世隔绝的地方，如果灯的设计完善，并且油的成分和质地保持不变，那末，它所起的作用与良好的计时器无异，可以把日晷和时钟的差别充分觉察出来。由此可见，杨瑀的《山居新话》(1360年)中关于某寺的“长明灯”的记载是有重要的意义的：

> 范舜臣是开封人，当代的名医，他学问渊博，多才多艺，尤其精通天文学。至顺年间(公元1330—1333年)他掌管永福营造修缮司。有一次他告诉我，祈神的殿中的长明灯，每个油箱一年用油二十七箇[②]。按照至元年间(公元1264—1294年)原来的规定，十三斤油为一箇，所以总油量为三百五十一斤[③]。经

① 参看第二十七章第八节。如果这是受到外来的影响，那末，影响应来自阿拉伯人或波斯人，而不是来自葡萄牙人。

② 箇是一种流体容量单位。

③ 斤是重量单位，当时相当于0.6公斤。

过一年的考查，发现用剩五十二斤。因此，这显然与用日晷测出的时间不相符合。这项调查是那时在永福营造修缮司所管青塔寺的祈神殿进行的。[1]

〈范舜臣(天助)，汴人，世为名医，博学多能，尤精于天文之书。至顺间为永福营缮司令，尝与余言影堂长明灯。每灯一盏，岁用油二十七篚；此至元间官定料例。油一篚该一十三斤，总计三百五十一斤。连年著意考之，乃有余五十二斤；则日晷之差短明矣。永福营缮司所掌，青塔寺影堂也。〉

如果这段话确实无误，那也一定是断章取义，因为在年度的基础上是不能看出日晷差短的；不过杨瑀明确地宣称，灯钟时与日晷时之间的差异已经受到重视，这一事实至少可以说明范舜臣曾在一年中的某些期间内连续作过仔细对比的记录。有趣的是，按照霍夫 (Hough)[2] 的说法，在十八世纪的德国，计时灯流行颇广，可惜他对那种灯的精确度并未提供详细资料。

---

① 《山居新话》第二十二页正面，译文见 H. Franke (2), no. 58，由作者译成英文。参阅 Franke (8)。

② 参看 Hough (2), p. 67。

(5) 望筒和璇玑玉衡

我们现在搁下对圭表和计时器的论述，开始讨论中国天文学家用以直接观测天象的仪器。我们在前面第206页已经说过，十一世纪时沈括以窥管观测真天极及其附近恒星的圆周运动[①]。同时又在第295页说到《周髀算经》里有试用窥管测定太阳直径的记载。毫无疑问，古代的中国天文学家曾普遍使用这种管子（当然不带透镜）；后来这种管子叫作“望筒”，不过还有别的名称，对那些别名加以考察就会得到意料之外的结果。在晚周和汉代，官方天文学家使用这种管子，是人所共知的，因而产生了“以管窥天”的成语[②]。《淮南子》（约公元前120年）一书大概就已提到了窥管：

如果人们想求出物体的高度而不能做

① 望筒在宋朝是常见的东西，程颐、程颢等时常提到它；参阅《河南程氏遗书》卷十三第一页正面和卷二十二上第十一页反面。

② 参阅《前汉书》卷六十五第八页反面。承蒙威利茨（W. Willetts）先生指出，“以管窥天”语出《庄子·秋水篇》[Legge (5), vol. 1, p. 389]。庄子是在挖苦墨家和名家时说的。

到，你教给他们怎样利用窥管和水平仪，他们就会高兴的。如果他们想知道物体的重量而不知道怎样去做，你把天平和秤给他们，他们就会高兴的。如果他们想测定远近距离，你告诉他们怎样“用金目来瞄射”(即用窥管瞄测)，他们就会高兴的。由此可见，还应该具备很多东西，才能应付没完没了的需要。[1]

〈人欲知高下而不能，教之用管准则说，欲知轻重而无以，予之权衡则喜。欲知远近而不能，教之以金目则射快，又况知应无方而不穷哉。〉

这表明天文学家以及测量者都使用窥管，宋代的《营造法式》(卷二十九第二页反面)的确绘有建筑师用的望筒(见图146)。

西方古典著作家时常提到窥管(dioptra)，中世纪的手抄本还画有图形。艾斯勒(Eisler)有一篇渊博出色的论文，把它的起源一直追溯到古巴比伦。他认为希腊语的 σφαιροφόρος αὐλός、

① 《淮南子》卷二十第十五页正面《泰族训》，由作者译成英文。这段文字是魏莱博士介绍的。姚范在《援鹑堂笔记》(十八世纪)里认为《淮南子》所说的是某种眼镜，但这种看法是不够慎重的，那波利贞(1)已在专文中否定了这种说法。但至今偶尔还可遇到这种观点[H. T. Pi (1)]。

σπειροφόρος 等大概都由 σποροφόρος (耧管或耧斗，巴比伦犁上所附的圆筒形物[①]) 一词变化而来。由此看来，古巴比伦天文学家大概是把农具作为天文仪器使用了。艾斯勒又谈到中国古代和中古代有一种看法，认为白昼从深井底观天，由于多余的光线被隔绝，可以看到天上的繁星[②]。后来阿伊丁·萨伊利 [Aydín Sayili (1)] 对这个有趣的问题进行了核验：有许多迹象证明，坐井观天的事确实是有过的，不过并不可能达到白昼见星的目的。夜间利用望筒除去侧光，可以使暗星有较好的能见度，这倒是非常确实的。柯蒂斯 (Curtis) 曾指出，夜间通过黑色隔板上的小孔 (距双目 15 呎，直径 1/4 吋)，可用肉眼看到八等的暗星，而平时则只能看到六等星。古代窥管的直径是否小到能产生这种作用，还是一个疑问。图 147 采自艾斯勒的著作，是十世纪圣加尔 (St Gall) 古抄本上的缩图，画的是托勒密在通过窥管观测极星。这

① 参阅 Gustavs & Dalman (1); Meissner (1), vol. 1, p. 193。关于耧犁的历史见第四十一章。

② 柏拉图的轶事 (*Theaet*, 174 A) 中也提到泰勒斯因观测星辰陷入井中一事。

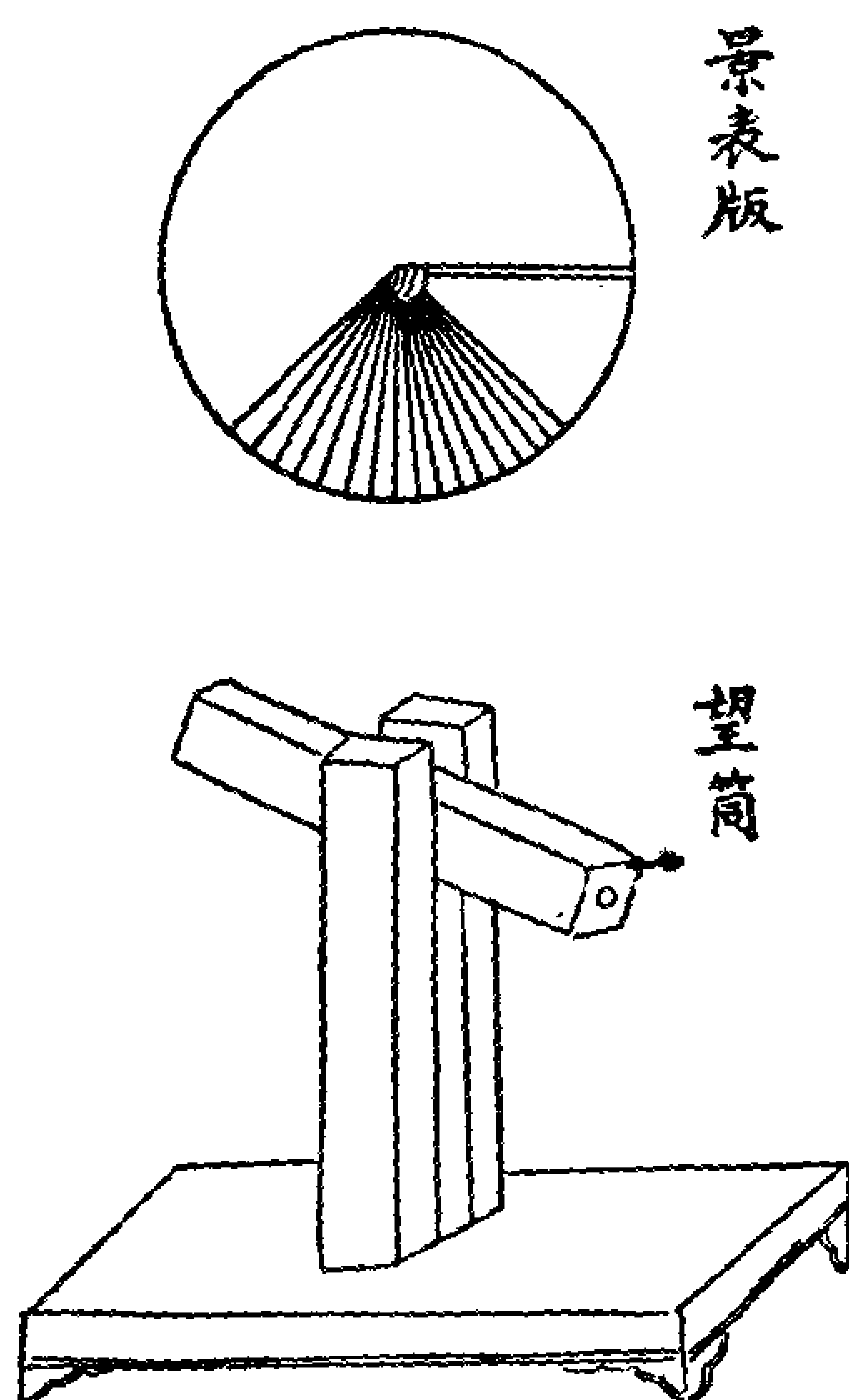


图 146 《营造法式》(1103 年)中的望筒和景表版



图 147 欧洲中世纪天文学家在使用窥管；采自十世纪圣加尔的古抄本 [根据 Eisler (2)]

幅画后来成了占星家的通用标识①。由此看来，窥管在欧洲文化中和在亚洲文化中都是熟知的器物；但是只有在中国②，浑仪上附加窥管才成为一种标准制式。

---

① 参看 Michel (14); Zinner (6)。

② 这或许是由于中国有现成的竹管可供使用。利玛窦曾因见到中国天文仪器中以窥管代替瞄准器而感到惊奇(详见后面 462 页)。

古代典籍提到窥管的，以《书经·舜典》为最重要。《舜典》的年代很难确定，但可能是在公元前六世纪前后两百年以内。它的记载是："在璇玑玉衡，以齐七政。"（舜检查了璇玑仪器和玉衡，以便使七种标准的不同的周期互相一致。）[1] 理雅各[2]和梅德赫斯特[3]把"璇玑"[4]译成"饰以珍珠的旋转浑仪"，耶稣会的翻译家则常用宋代的浑仪图去说明璇玑，这也是受到"璇玑"即某种浑仪这种想法的支配，不过现在已经知道，那是毫无根据的。此外，高本汉把"七政"解释为日、月和五星；理雅各

① 《书经·舜典》卷二。译文见 Karlgren (11), p. 77; (12), p. 4。

② 参看 Legge (1), p. 38。

③ 参看 Medhurst (1), p. 14。

④ 范埃斯布罗克 [van Esbroeck (1)] 曾研究璇、玑、衡三字的语源。"玑"字除去"玉"旁即"几"字，其繁体字"幾"是由象形文字丝、剑和刀组成 (K 547)。"玑" 的本义可能是在石或玉上刻划一条酷似绷紧丝线的直线，当然有使用某种经过仔细调整的工具进行精密定量测量的意思。我们知道，它形成机字的语音，又可作"事物的萌芽"解(参看本书第十章)。"璿" [即"璇" (K 269, 344)] 表示用眼查看骨上的记号，因而有龟卜或占卜的含义，也有探索自然的意思。但在此处它是"旋"的同音字。"衡" (K 748 i) 表示一个人和目中出现的某种事物，被代表沿着道路运动的象形字"行"所包围，亦即一个人向一定的方向探望。

与高本汉相比错得更厉害，他认为“七政”是北斗七星①。汉代学者已不了解璇玑究竟是天文仪器还是星座了，他们的看法各不相同：马融、蔡邕和郑玄主张是前者；伏胜和其他学者则主张是后者②。毫无疑问，璇玑一词确实是指北斗七星之一，玉衡也是如此(见前面第154页)，从下文即可看出，这一点是有重要意义的。就“璇玑”两字的造字而论，无法证实它是“浑仪”；只能说它是一种玉制的仪器。米歇尔[Michel (1, 2)]新近的研究揭开了这一秘密；即使还不能完全肯定他是对的，但至少他的看法颇有道理。为了说明他的见解，我们应当从另一方面谈起。

中国商周时代有名的古玉器中，有吴大澂(2)、劳佛[Laufer (8)]所谓“象天地”、“礼天地”之器。前者称为“璧”，是中央穿有大孔的扁平圆盘，或大小不同的环(璧的变形)。后者称为“琮”，是筒状的或中空的圆柱体，上有四棱，看来像个长方体，

① 参看 van Esbroeck (2)。

② 参看德效骞[Dubs (2), vol. 3, p. 328]的讨论。马伯乐[Maspero (4), p. 293]认为它是星座而不是仪器，这一次他是搞错了。

两端显露出短的圆筒形状①；当然，这是一个不可分的整体。这两种古礼器示于图 148（1，2，3），它们无疑是古代帝王祭祀用的器物。多少世纪以来，人们一直在猜想这些礼器的含义。由于琮的性质属于地和坤、属雌属阴，所以本应是后妃佩带

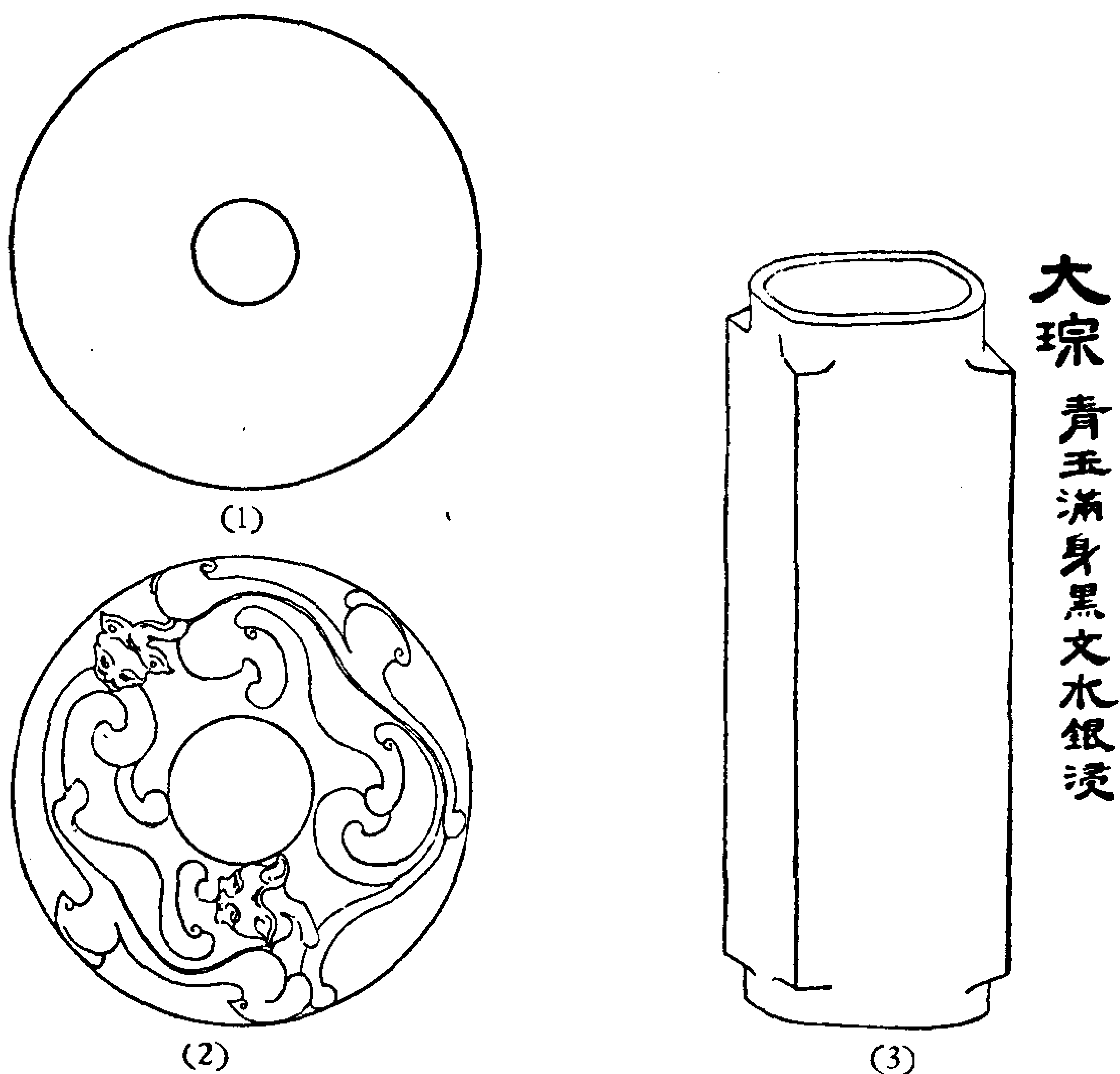


图 148 玉制古礼器——璧和琮。（1）素璧；（2）龙纹璧；（3）琮［采自 Laufer（8）；Michel（1）］

① 从长方体渐次变为圆柱体。

的东西。琮可能是象征子宫的，这一点受到现代学者的注意[①]；他们把它看作是圭（尖顶长玉板）的对照物，而圭却是象征权威、天、乾、雄和阳的古礼器。琮自然是外方内圆的（TLV 纹镜与此相反，见前面第306页；占卜板与此相仿，见第二十六章第九节）。璧是值钱的玉器，对于中国钱币的传统形式也许曾发生过影响[②]。由于它确有阳性的性质，可以预料它会和圭结合起来，实物证明确实如此：带圆孔的璧上附有一或两个（或四个）突出物，状似象征阴茎的圭，同时又像方头的"柄"（见图149）[③]。《周礼·考工记》说[④]，祀天和日、月、星辰用圭璧，这句话很重要。此外，在璧环上刻有北斗七星大致形象的圭璧也确实屡见不鲜。

与此同时，对于另一种类型的璧，考古学家们

---

① 参看 Karlgren (9); Waley (7); Erkes (11); Laufer (8), pp. 84, 99, 131。理论根据是：古礼器一般多由实用器具或武器发展而来，威利茨先生认为琮的蓝本是战车的轴承（私人通信）。《说文》中有此暗示。

② 参看 Laufer (8) p. 155。

③ 参看 Laufer (8), pp. 167, 168; pl. XV, XXIII。

④ 《周礼·考工记》卷四十二第十七、二十二页；见 Biot (1), vol. 2, pp. 522, 524。

也进行了研究。有许多实物说明这种璧的外缘雕琢奇特(几乎可说是刻度),共分为长度相等的三部分，每一部分均由一突出部和一陡峭的缺刻开始，接着就是一系列形状不同的齿，然后以平滑的边缘与第二部分相连。而且这些奇特的圆盘，一面刻有大致成直角的十字纹，由于线条很匀整，我们不能简单地把它们看作是雕琢时偶然造成的痕迹。吴大澂(2)首先指出这种盘是天文仪器，并证明它是《书经》里所说的璇玑。劳佛[Laufer (8)]承袭此说，但无法说明其用途。现在，米歇尔[Michel (1, 2)]解决了这个难题。他指出，琮的管状部分似可穿入璧的圆孔内①。他以为琮原来是一种窥管(因而就是玉衡)，而璧则是由一种可称为"拱极星座样板"的东西蜕变成的

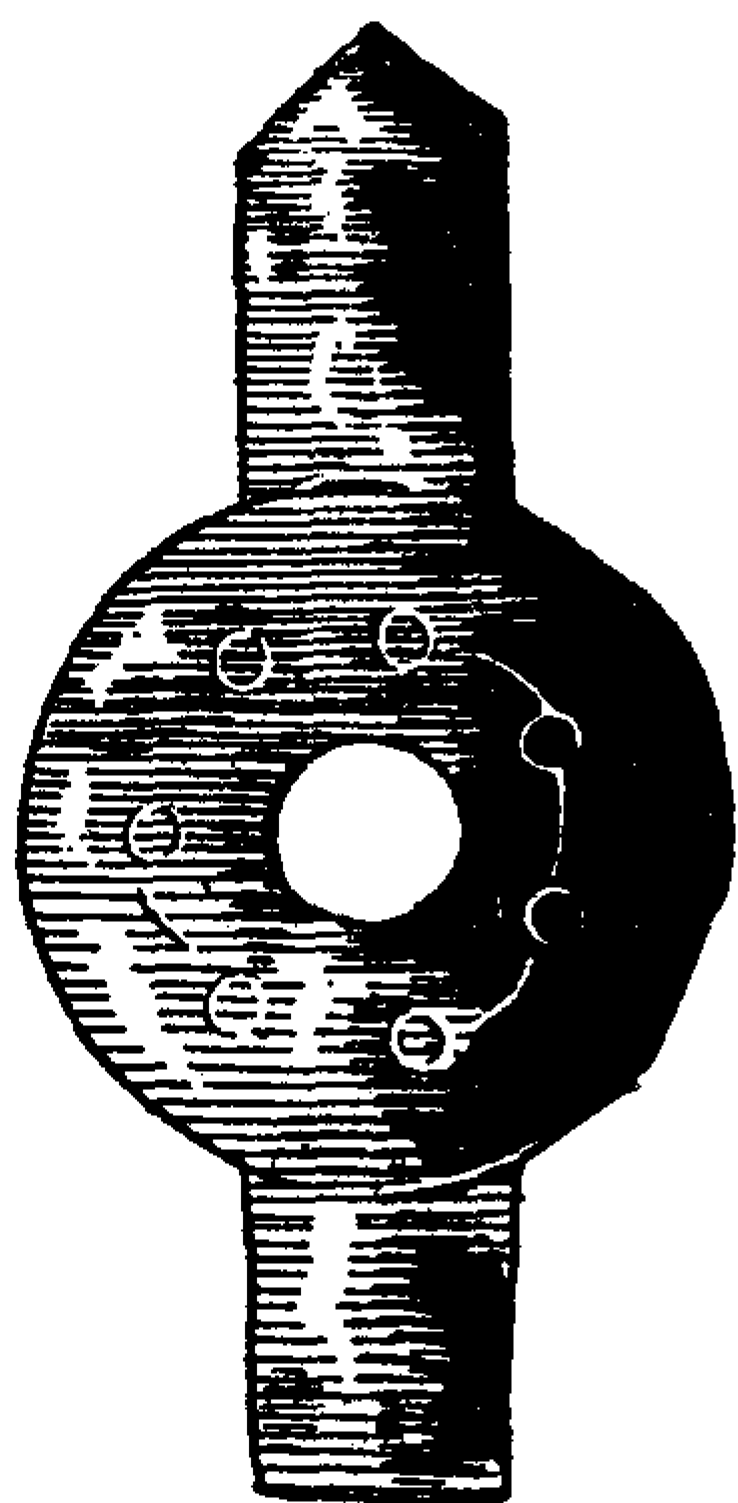


图 149 璧与圭结合成一个整体[采自 Laufer (8)]

① 这当然就排除了象征阴茎的意义，并表明为什么必须把圭加在璧上才能表示其阳性。

礼器。因为我们如果把这种天文璧边缘上的缺刻对准主要的拱极星座，则真北极[1]必定居于窥管的中央，并且列宿的方位也很容易找到。这就是各个缺刻的作用。

图150说明了璇玑的用法。当大熊座α和δ两星位于三处主要缺刻之一时，小熊座α即在第二缺刻处，而天龙座和仙王座中的“东藩”诸星则恰与第三缺刻附近的各齿相合。在公元前600年左右，这样做就可以把整个仪器的中心定在天极上，并可以看到小熊座β星在视场中旋转。现在，如果把琮插入璇玑的圆孔内，并使它的一个平面与璇玑背面所刻双线平行，则一年之中必有四次发生下列情况：在一定的时刻，窥管（即玉衡）的平面或者和地平线平行，或者和它垂直，两者必居其一。那末，那条大致与双线垂直的单线有何用处呢？米歇尔说，它代表二至圈。这一说法看来是合情合理的。可以回忆一下，在公元前1250年左右（殷代），大熊座α的赤经接近90°，而不是今日的163°。所以，按照他的说法，就可以由那

① 和最近的星同在一处，当时是小熊座β（勾陈二）。

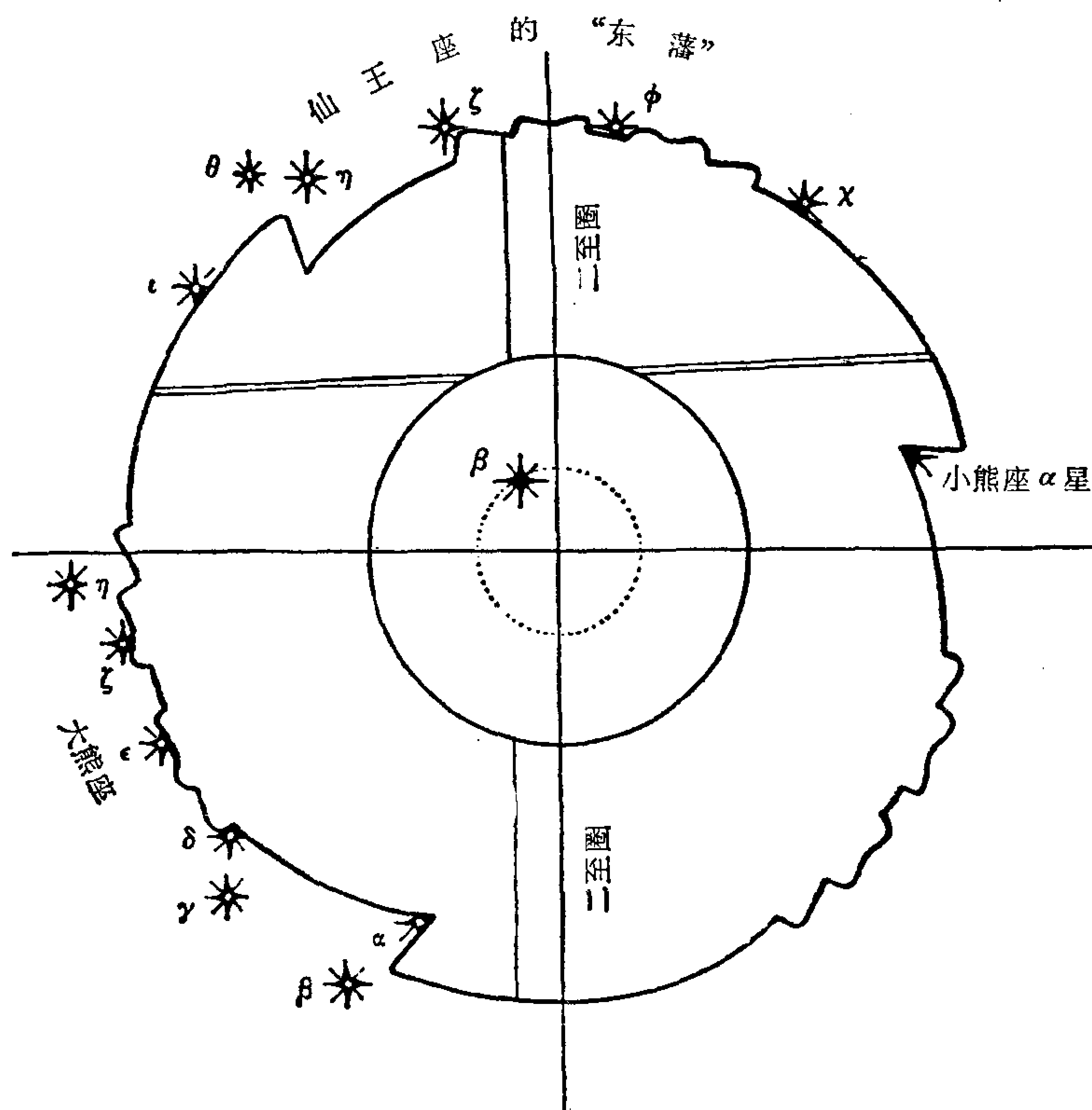


图 150　拱极星座样板——璇玑——用法图
[采自 Henri Michel (1)]

条单线与通过大熊座 α 星（位于仪器上一邻近的主要缺刻处）的时圈所成的角度给现存的璇玑定出年代。图 151 所示的是于埃 (Huet) 的收藏品，角度为 20°，年代相当于公元前 600 年左右。劳



图 151 拱极星座样板——璇玑；
于埃的珍藏品[采自 Michel (1,7)]

佛①书中的璇玑，角度为 $7\frac{1}{2}°$，相当于公元前 1000 年左右。

现在的问题是这种仪器有何价值。它能做到什么平常观星时做不到的事呢？一种答案是：首先它可以用来定真天极的方位，其次是可以用来定二至圈。这一点可从前面提到的《周髀算经》的一段名言中看出②：

---

① 参看 Laufer (8), p. 107。另有一件实物，现存海牙，米歇尔 [Michel (2)] 有其图片。

② 见前面第 205 页。比约 [Biot (4), p. 622] 未能看出璇玑是一种仪器。

真正的天极是在璇玑的中心。……应该守候和观察北极区中部的大星。……夏至的子夜，这颗星南游到它的最远点。……冬至的子夜，它北游到最远点。……冬至日酉时(下午5—7时)，它西游到最远点。同日卯时(上午5—7时)，它东游到最远点。这就是用璇玑看到的北极星的四游[①]。[②]

〈正北极，璇玑之中。……希望北极中大星。……常以夏至夜半时，北极南游所极。……冬至夜半时，北游所极。……冬至日加酉之时，西游所极。日加卯之时，东游所极。此北极璇玑四游。〉

这里所观测的无疑是小熊座β星[③]的绕极转动。米歇尔[Michel (7)]甚至认为，很多中国星图上画的围绕天极大致形成四方形的四颗星（参看图106)，并不是真实的星，而是代表小熊座β星的四个位置。

此外，璇玑可以作为研究其他赤道星座的简

① 注意这个“四游”与地的“四游”相同；参看前面第126页。

② 《周髀算经》卷下第二页正面，译文见Biot (4), pp. 621, 622，由作者译成英文，经修改。

③ 此星又名“北极中大星”；参看Maspero (3), p. 329。

陋定向仪器使用。它的边缘上的各齿提供了一系列赤经，完全符合把拱极星座和赤道星座“拴”(“key”)在一起的原理。前面已说过[①],这完全是中国古代天文学的特点[②]。

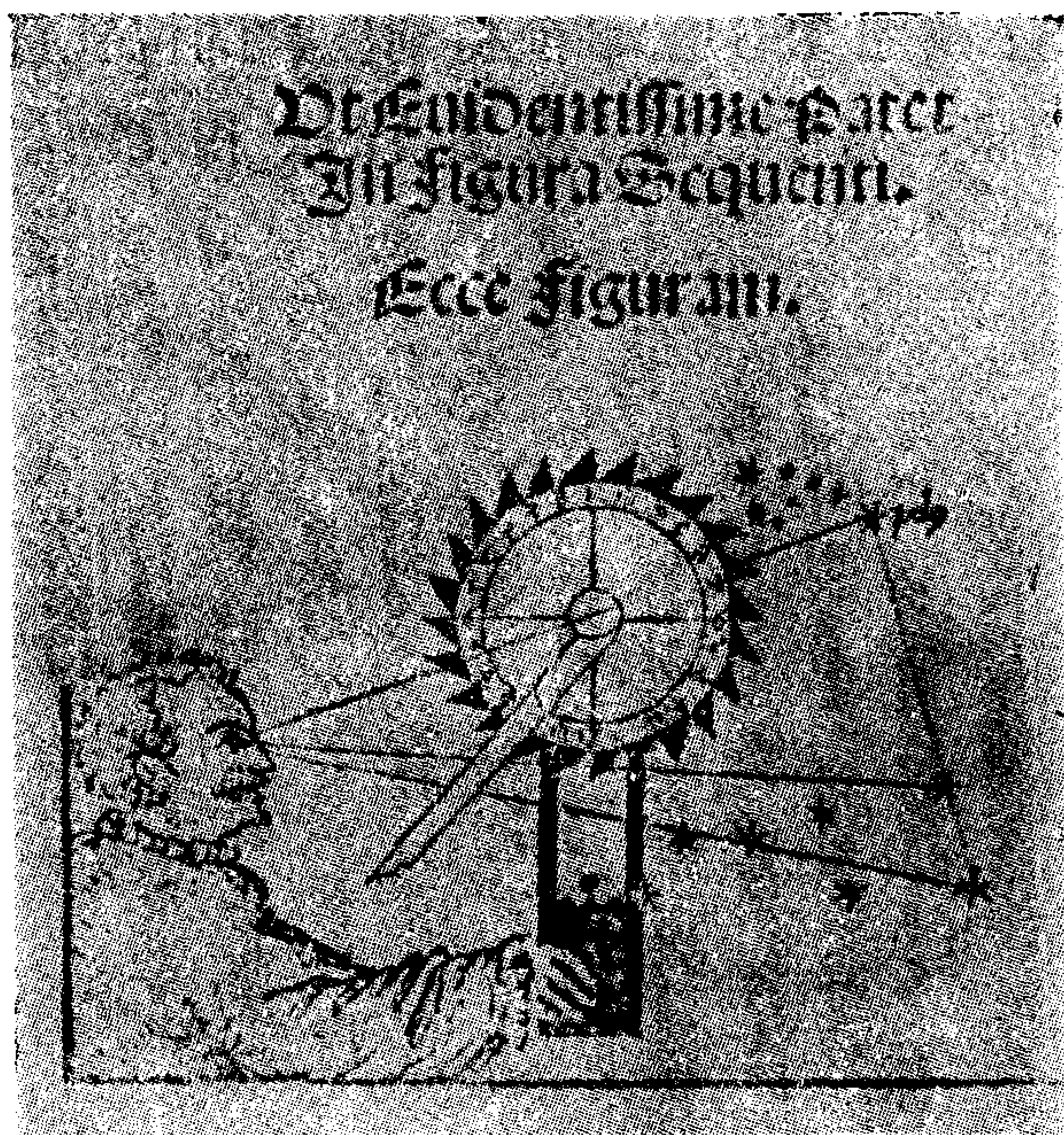


图 152　璇玑的后代——夜间辨时器。这是佩特律斯·阿皮亚尼斯(Petrus Apianus)的图解(1540 年)

---

① 见前面第 145 页。

② 许多人都认为米歇尔的全部学说存在着一个问题，即制造璇玑需用精确的星图，据我们所知，当时的任何星图都不能满足这一要求。

我们一见到拱极星座样板，自然地便会联想到一种较晚的仪器——夜间辨时器（nocturnal）。这是一种在夜间利用恒星分辨时刻的装置，由中心带孔的刻度盘（或晷面）和可旋转的长柄构成（图 152 及图 153）。事前将刻度盘的位置按季节加以调整，将中心置于观测者的眼和北极星之间

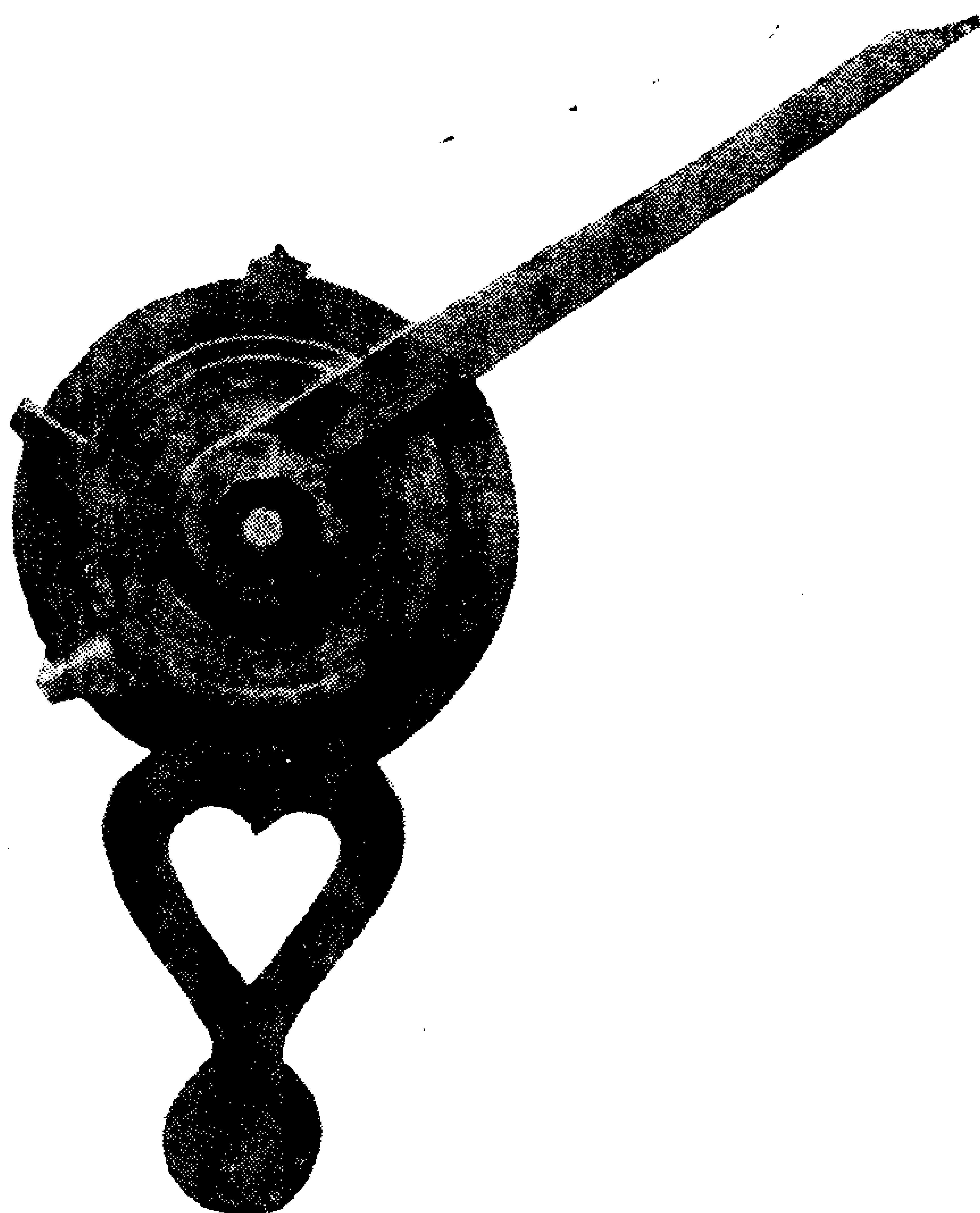
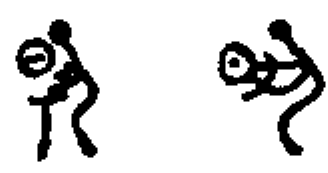


图 153 璇玑的后代——欧洲十七世纪末的夜间辨时器 [采自 Ward(1)]

的连线上，使长柄旋转直至与大熊座 α 和 β 两星成一直线，即可在盘上读出当时的时刻。这种夜间辨时器约在1520年问世，流行期间极短，到怀表大量制造时便无人使用了①。但是正如米歇尔[Michel (4)]所说，近代经纬仪的子午棱镜仍然采用天极窥管的原理。中国日晷以赤道为标准的特点(见前面第317页)，也可能来源于此。但璇玑没有精确的刻度，作为夜间辨时器观测北斗的方位时，几乎不比直接用肉眼观测优越。

如果吴大澂和米歇尔的说法准确无误，那末，玉衡(琮)和璇玑(璧)作为天文仪器使用当在它们各自成为象征天、地的礼器之前，因此，它们确实是很古老的了。由此可见，金璋 [Hopkins (19)] 认为"昜"(K720;"阳"本字)所表示的不是"日"，而是供桌上放着的一块璧②，"扬"字象一人伸臂举起璇玑或璧——礼器，这种



K 720

① 中国也可能有夜间辨时器。米歇尔 [Michel (10)] 所载的可能是属于蒙古人。公元1596年利玛窦曾赠南昌巡抚陆万垓一具 [d' Elia (2), vol. 1, p. 377; Trigault, Gallagher ed., p. 285]。

② 一般认为这个字来自"日"或日光，见第十三章第二节。

说法也颇耐人寻味。

(6) 浑仪和其他主要仪器

在十七世纪发明望远镜之前，浑仪是所有天文学家在测定天体方位时都缺少不了的仪器。浑仪是由若干个对应于天球诸大圆的圆环所组成的球形仪器。从某种意义上说，浑环迄今还以望远镜上一种装置的形式存在着，它可使现代望远镜指向天空的任何一点。不过这种装置已经改进过，尺寸也大为缩小了。与此相反，望远镜本身则是那些早期的窥管、照准器、基准线或叉丝等部件的大为放大了的翻版；古代天文学家在从浑仪环上记录恒星方位之前，就是用这些窥管之类的东西来照准的。不仅如此，现代测定地磁磁量的仪器所用的就是浑仪的原理，直到今日，它们乍一看来仍然很像古代的浑仪。

关于浑仪的构造和用法有许多解释①，据我们了解，最清楚的解释是在沃尔夫的有系统的著

① 例如 Huggins (1); Gunther (1), vol. 2。

作中[1]。关于它的发展史，诺尔蒂 (Nolte) 写了一部卓越的专著。自有这类仪器以来，它的中国名称就是“浑仪”(即天球仪器)。从很早的时候起，中国不仅用它作为观测仪器，并且还用它作为帮助计算历法的一种太阳系仪[2]，也就是演示用的天球仪。为了这一目的，中国人曾利用水的下冲力使它转动，从而以不同程度的复杂性和准确性，小型地重演各种天体的运行[3]。这种用水力驱动的浑仪与时钟制造史有密切关系，关于后者，我们要到第二十七章再加以讨论。至少有一个例

① 参看 Wolf (1), vol. 2, pp. 117, 118。

② 本章所用的“太阳系仪”(orrery)一词，含义较惯用的略广。1706 年乔治·格雷厄姆(George Graham)为奥雷里 (Orrery)伯爵制成的机械模型，当然是为了说明日心学说的。就在这一世纪结束之前，曾有一具仿制品带往中国，详见第二十七章第八节。

③ 在文艺复兴之前，这在西方是罕见的。欧洲与此类似的主要东西，是许多希腊和拉丁著作家列于阿基米得(公元前三世纪晚期)名下的天象仪或太阳系仪。据推测，这种仪器是用水力驱动的 [Schlachter & Gisinger (1), p. 51]。1903 年，在希腊南方安蒂基西拉岛附近海中捞出一个奇特的齿轮链条，斯沃罗诺斯(Svoronos)和雷狄亚狄斯 (Rediadis) 曾著文加以记述 [见 Gunther (2), Price (1), 有附图]。冈瑟(Gunther)认为，虽然也偶有星盘装齿轮的实例，可是这个捞出的链条似乎更可能是太阳系仪的零件。

子似乎可以说明这种自动运转有几种用途，而不是单纯为了达到演示或计算的目的。

为了澄清论点，我们可以先在这里指出，由于中国人始终坚持使用后来成为“近代”天文座标的赤经和赤纬，而西方人自伊巴谷时代起，却一直使用黄经和黄纬①，所以中国的浑仪与欧洲或阿拉伯的浑仪有根本的不同，这种差异在前面（第219页）已解释过了。这就是说，虽然中国天文仪器大多装有黄道环，并且中国人曾煞费苦心地去解决赤道和黄道度数的换算问题，可是黄道环在这些仪器的主要功能中所起的却只不过是辅助作用，就像赤道环在欧洲天文仪器中的作用那样②。以后我们会看到，这一特点怎样导致中国人在十三世纪发明了极轴装置；这一装置实质上是和所有现代赤道仪相同的。

在欧洲，首先系统观测恒星方位的人们，大概晚于石申和甘德六十年左右③。他们是亚历山大

① 后面将指出，欧洲一直到十六世纪，才由第谷开始放弃黄经、黄纬不用。

② 马伯乐［Maspero（4），p. 337］对于这种区别估计得颇恰当。

③ 即公元前290年左右。

里亚城的天文学家阿里斯提鲁斯(Aristyllus)和铁木查里斯 (Timocharis)。至于他们当时所用的仪器,现在已经一无所知了。我们有理由认为,当公元前 134 年伊巴谷开始进行观测时, 他最初用的是赤道浑仪,但后来却换了黄道浑仪[①]。当然,这两种仪器基本上是相似的。浑仪的主要部分由子午圈构成,附加赤道圈或黄道圈,与子午圈垂直相交。 前一种情况是把一个时圈的轴设在赤极上,后一情况是把黄经圈的轴设在黄极上。如果圈上装有照准仪或窥管, 即可由两大圈的刻度上读出任何一颗恒星所在的方位。托勒密在公元 150 年左右所著《天文集成》一书中所规定的浑天仪的范式示于图 154。 这个浑天仪以二至圈为子午圈,圈内有第二个子午圈环, 后者的可转动的枢轴装在极轴上。这个内环上垂直地装着一个与黄道面平行的圈; 同时在黄极轴上安置着三个可转动的黄纬圈,一个在外,两个在内。最靠内的一个圈附有测定恒星方位的照准器[②]。 一直到文艺复兴时

① 参看 Wolf (1), vol. 2, p. 118; Grant (1), p. 438; Brunet & Mieli, p. 534。

② 记载于《天文集成》第 5 册开头。参阅 Dicks (1)。

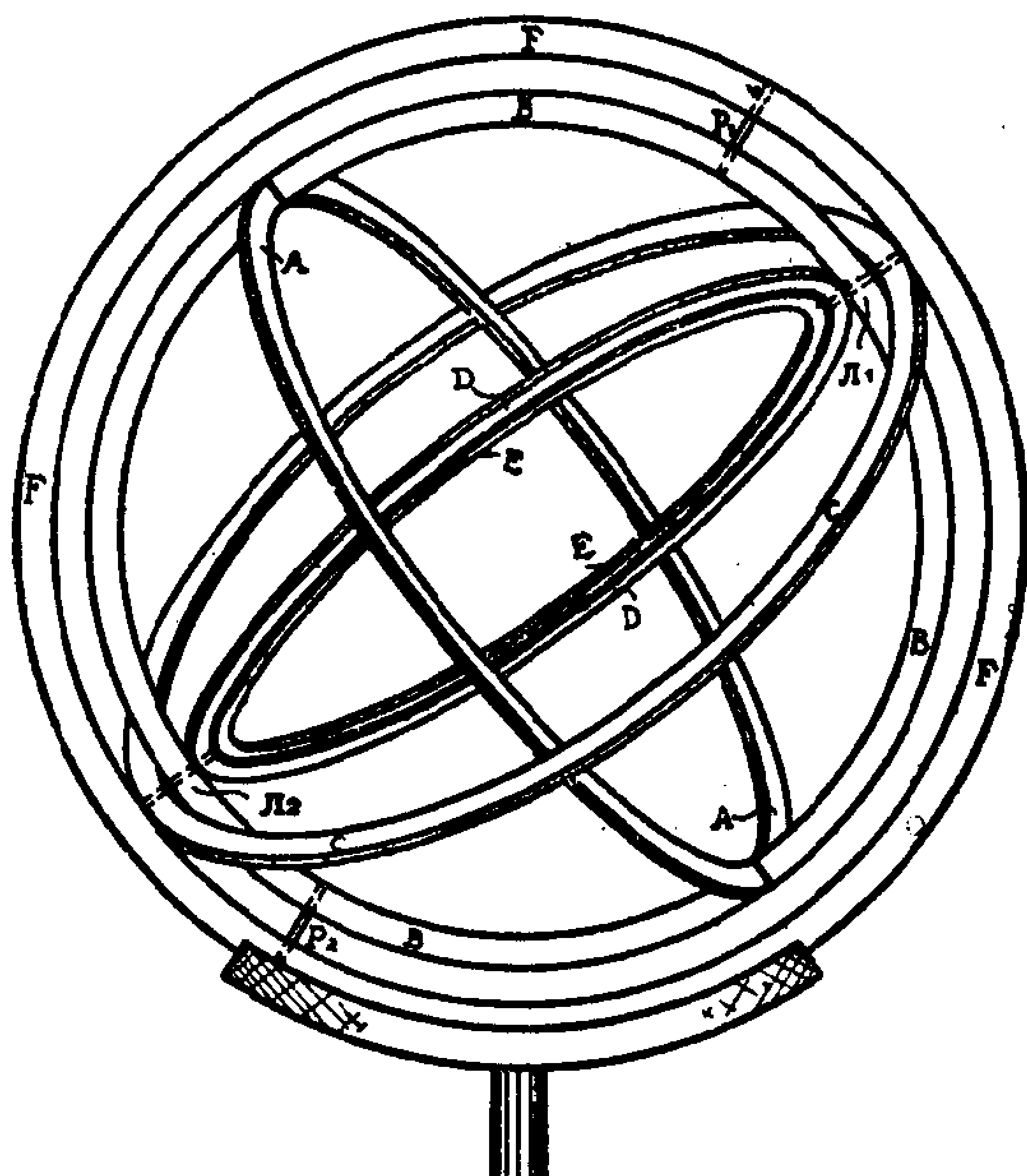


图 154 诺尔蒂[Nolte (1)]依照马尼蒂乌斯(Manitius)的意见复原的托勒密浑仪(约公元 150 年)。图中 F——固定的外子午圈(称为二至圈环),大概有刻度;B——可转动的内子午圈环,它的轴装在极轴上;A——黄道圈,有观测用的刻度;C, D, E——三个可转动的黄纬圈环,靠外的两个有刻度,最内的一个附有照准器;P_1, P_2——天极枢轴;π_1, π_2——黄极枢轴

期为止,虽然阿拉伯天文学家们逐渐加上地平圈、赤道圈等一切可加的大圆①,但是仪器的基本结构并没有大改变。通过在卡斯提尔兼莱昂国王阿尔

① 参看 Nolte (1); Sédillot (2, 3)。

丰沙十世(Alfonso X, 1252—1284年①)1)主持下完成的重要译著《天文学知识全书》(*Libros del Saber de Astronomia*, 1277年),阿拉伯天文学家的大部分工作才被欧洲人所知道。可是在中世纪的天文学中,萨克罗博斯科(Johannes Sacrobosco, 即 John Holywood of Halifax) 1229年在巴黎所写的关于浑仪的著作——《奥妙天球》(*Sphaera Mundi*)②,同样闻名于世。萨克罗博斯科卒于1256年。在十三世纪以后,几百年来所有天文学家,例如著《天象仪新论》(*Theoricae Novae Planetarum*, 1472年)的佩乌尔巴(George Peurbach)、科尼希斯贝格的约翰内斯·米勒(Johannes Müller, 亦即玉山若干, 1436—1476年)等人③,都曾描述过浑仪。后来由于第谷的研究,正如他在《天文仪器的更新》

① 他与纳速剌丁·徒思(Naṣīr al-Dīn al-Ṭūsī)及郭守敬同时;参阅 Sarton (1), vol. 2, p. 834。

② 译文见 Thorndike (2)。

③ 他们的著作已于1485年由埃哈德·拉特多尔特(Erhard Ratdolt)在威尼斯出版,由于这是欧洲最早的彩色印刷品,因而颇受珍视[Redgrave (1)]。

1) 阿尔丰沙十世是欧洲十三世纪时著名的提倡学术的国王,在他的主持下,有很多阿拉伯文著作译成拉丁文;卡斯提尔和莱昂为现在葡萄牙的一部分。——译者

(*Astronomiae Instauratae Mechanica*, 1598 年)① 一书中所描述的那样，浑仪的结构在精密度方面已达到最高峰（图 155）。同时，希腊的黄道式装置被废弃了，采用了中国的赤道式系统。这被公认为文艺复兴时期天文学上最伟大的技术进步之一（例如齐纳就这样认为）②。到了采用望远镜之后，浑仪才只用于演示而不用于观测③。我们现在可以考察一下，这种发展过程和中国的情况是如何密切地齐头并进的。

(i) 浑仪的发展概况

马伯乐 [Maspero (4)] 大约用六十页的篇幅来叙述中国浑仪的发展和应用，但是细节太多，不可能把它们纳入一篇概括性的说明中④。我们这

① 译文见 Raeder, Strömgren & Strömgren (1)。

② 参看 Zinner (2), p. 298。

③ 参看 Apianus (1); Apianus & Gemma Frisius (1); Th. Blundeville (1)。

④ 马伯乐的专著提供了若干术语的许多同义语，并提供了正史中关于浑仪记载的重要译文。尽管他是汉学家，既有贡献又有权威，但不能认为他的全部论断都靠得住；例如，他认为公元 323 年孔挺的浑仪（见《隋书》卷十九第十六页正面）没有赤道圈 [Maspero (4), p. 325]，我相信他显然错了。此外，他引证的某些原文也有错误之处。

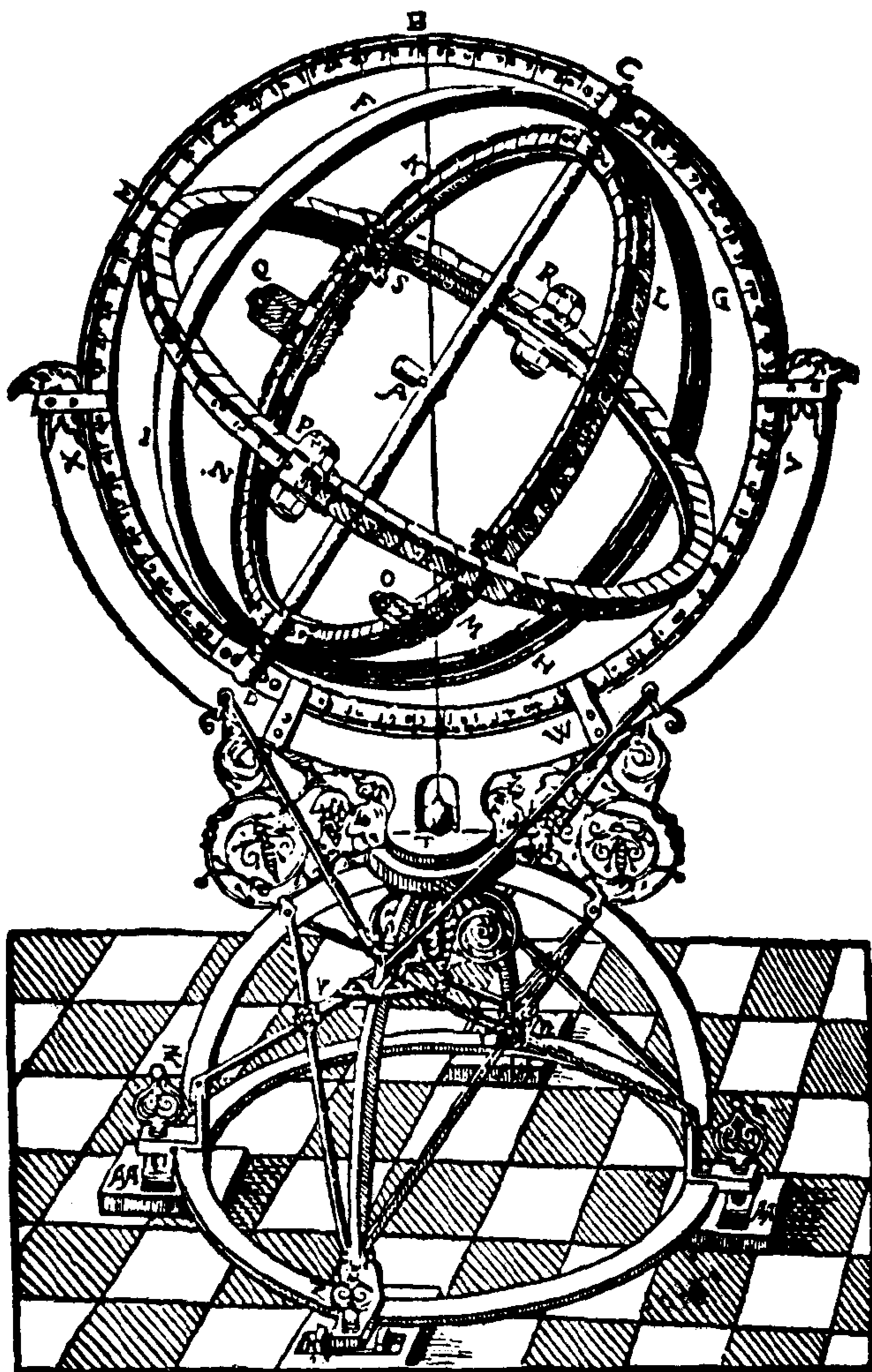


图 155 第谷的小型赤道浑仪（1598 年）。详细说明见第谷的《天文仪器的更新》，译文及讨论见 Raeder, Strömgren & Strömgren (1)

里把发展过程中的大事列为表31，并把我们所知的历代仪器的主要特点都包括在内。这还说不上包罗无遗；事实上，如果再深入研究下去，大概还可以找出许多事例——不过最有名的那些仪器已都列在表内了①。

中国浑仪发展过程的主要特点可以大致综述如下。最原始的浑仪很可能是简单的单环，附有某种照准线或照准器，按照需要装在子午面或赤道面上。至于测量结果，或是得出对于北极的去极度（中国式的赤纬），或是得出在某宿中的入宿度（中国式的赤经）。这大概就是石申和甘德（公元前四世纪）所用过的仪器②，而且直到落下闳和鲜于妄人的时代（公元前二世纪末至公元前一世纪初），似乎依然如故。不过从公元前一世纪中叶起，开始了迅速的发展。公元前52年耿寿昌第一次使用恒定赤道环，公元84年傅安和贾逵加上黄

① 《图书集成·历法典》卷八十三及卷八十四有关于历代浑仪的大量记载。关于中国浑仪技术的发展，幸而有普赖斯博士和我们一道进行研究，否则是不可能搞清楚的。

② 托勒密也有关于这种简单浑环的记述（*Almagest*, I, 12)；参阅 Dicks (1); Rome (1)。这些天文学家的姓名，已列入表31内。

道环，公元125年左右张衡又加上地平环和子午环[1]，于是便成了完整的浑仪。张衡是演示用浑仪(中间装有地的模型)的首创者，同时又成功地利用水力来运转浑仪(包括观测用)上的环圈，正如我们即将解释的那样，他用一种方法把演示和观测两者的效用结合起来了。

自此以后，这两种浑仪的制作方法经过几百年都没有多少改变。但是，人们发现黄道环和赤道环两者固定在一起不够方便，因为这种结构虽然便于研究周年运动，却不便于研究周日运动。因此，到了公元323年，孔挺便在他的浑仪上，设法使黄道环可以随意固定在赤道的任何一点上。这一种仪器就是后来各种主要浑仪的前身。三百多年之后，李淳风进行了重大的革新，他不再用双重同心环，而改用三重同心环[2]。内重还有附有窥管的极轴装置赤纬环(四游仪)，而在内重和固

---

① 值得注意的是，中国式和希腊式的浑仪几乎是同时定型的。因为张衡和托勒密同时代，只是后者较年轻一些。《天文集成》完成于公元144年前后。张衡的事迹详见于张钰哲[Chang Yu-Chê (1, 2)]、孙文青(2, 3, 4)及李光璧和赖家度(1)等人的文章。

② 参阅《小学绀珠》卷一第九页反面。

表 31 的说明

表中在列出某一部件时，如果确实有过这种部件，就用 + 号表示；确实没有这种部件，就用○号表示；情况不明，就用 ? 号表示。表中空白处表示无记载，但标明“缺”或其他说明文字者例外。部件亦可用大于一或小于一的数字表示。仪器部件的名称主要根据公元 1092 年成书的《新仪象法要》，但若干别名则在其他时期用过，其中有一部分可参阅 Maspero (4)。

表 31　十五世纪以前中国主要浑仪的构造

天文学家姓名	年代（公元）	朝代	大小（每度的寸数）	圆周近似值（尺）	四游仪		代替观测仪器的演示器械（大地的模型）	六合仪						三辰仪						动力的使用	参考文献
					窥管和游规（或旋仪）	黄道游仪		天常	黄道（或日道）	天经（或阳经）	天顶环	阴纬（或地浑）	上规和下规	赤道	黄道	三辰仪双环	四象环	白道月环	天运环		
石申、甘德	约前350	周			+①		○	缺						缺						○	《法言》卷七第二页反面；《隋书》卷十九第十四页反面；《宋史》卷七十六第一页正面；《图书集成·历法典》卷八十三第三页反面
落下闳	前104	前汉			+①		○	缺						缺						○	（同上）
鲜于妄人	前78	前汉			+①		○	缺						缺						○	（同上）
耿寿昌	前52	前汉	0.2	7	+		○	+	○	○	○	○	○	缺						○	《后汉书》卷十二第六页正面
傅安 贾逵	84 103	后汉			+		○	+	+	○	○	○	○	缺						○	《后汉书》卷十二第四页正面，第五页正面；《晋书》卷十一第五页正面；《隋书》卷十九第十四页反面；《宋史》卷七十六第一页正面

张　衡	125	后汉	0.4	15	+ ○		○ +	+②	+②	+	○	+	?③		○ +	《后汉书》卷十三第二十页反面；《晋书》卷十一第三页反面，第五页正面；《隋书》卷十九第二页正面；第七页反面，第十四页反面，第十五页正面；《开元占经》卷一第二页正面；《宋史》卷四十八第三页反面，卷七十六第一页正面那一节；马国翰(1)卷七十六第六十六页止面那一节；《图书集成·历法典》卷八十三第四页正面那一节
王　蕃	250	三国(吴)	0.3	11	○	缺	+	+	+	+	○	+	+	缺	○	《开元占经》卷一第十页正面那一节；严可均(1)(三国)卷七十二第一页正面那一节，第五页反面；《宋书》卷二十三第一页反面那一节；《图书集成·历法典》卷八十三第五页正面
葛　衡	260	三国(吴)			○		+								+	《隋书》卷十九第十八页正面；《玉海》卷四第十八页反面；《太平御览》卷二第十页正面；《畴人传》卷五
刘　智	274	晋			○		+	+	+	○	○	+	○		○	严可均(1)(全晋文)卷三十九第五页正面那一节
孔　挺	323	前赵	0.7	24	+		○	+	+④	+	○	+	○		○	《隋书》卷十九第十六页
晁　崇	402	北魏	0.7	24⑤	+		○	+	+⑥	+	+	+	○		+	《隋书》卷十九第三页正面；《魏书》卷九十一第一页反面；《图书集成·历法典》卷八十三第八页
解兰(斛兰)	415	北魏	0.4	15⑤	+		○	+	+⑥	+	+	+	+		○	《旧唐书》卷三十五第二页正面；《新唐书》卷三十一第二页正面；《唐会要》卷四十二第七页正面
钱乐之	436	刘宋	0.5	18	○		+	+	+	+	○	+⑦	○		+	《宋书》卷二十三第八页反面；《隋书》卷十九第十七页反面那一节；《开元占经》卷一第二十三页反面；《玉海》卷四第十八页反面；《图书集成·历法典》卷八十三第七页反

表 31（续）

天文学家姓名	年代（公元）	朝代	大小（每度的寸数）	圆周近似值（尺）	四游仪：窥管（或旋仪）和规游	四游仪：黄道游仪	代替观测仪器的演示器械（大地的模型）	六合仪：天常	六合仪：黄道（或日道）	六合仪：天经（或阳经）	六合仪：天顶环	六合仪：阴纬（或地浑）	六合仪：上规和下规	三辰仪：赤道	三辰仪：黄道	三辰仪：三辰仪双环	三辰仪：四象环	三辰仪：白道月环	三辰仪：天运环	动力的使用	参考文献
																					面；Wieger (1), p. 1111
陶弘景	520	梁		9	○	缺	+					+[7]		缺						+	《南史》卷七十六第十一页正面；《太平御览》卷二第十页正面
耿询	590	隋			○		+													+	《隋书》卷七十八第七页反面那一节；《北史》卷八十九第三十一页正面；《玉海》卷四第二十六页正面；《续世说》卷六第十一页正面
李淳风	633	唐	0.4	15	○	+[8]	○	+		+	○	+	○	+	+	+	○	+	○	○	《旧唐书》卷三十五第一页正面那一节；《新唐书》卷三十一第一页正面那一节；《唐会要》卷四十二第五页反面；《图书集成·历法典》卷八十三第九页正面
一行和梁令瓒	721	唐	0.8	30	○	{+[9] ○}	{○ +}	○	已转移	+	+	+	○	+	+	+	○	+	○	{○ +}	《旧唐书》卷三十五第一页正面那一节；《新唐书》卷三十一第一页反面那一节；《唐会要》卷四十二第六页正面；《玉海》卷四第二十四页正面；《图书集成·历法典》卷八十三第九页反面那一节；Wieger (1), p. 1409
张思训	979	宋			○	○	+		移					+	+	?	○			+[10]	《宋史》卷四十八第三页反面那一节；《玉海》卷四第二十九页正面那一节；《图书集成·历法典》卷八十四第一页反面

韩显符	995，1010	宋	0.5	18	+	○	○	+	+	+	+	+⑪	+	缺						○	“太简略”，《梦溪笔谈》卷八第五页正面；《宋史》卷四十八第四页反面那一节，卷七十六第一页反面，卷四六一，第六页反面；《玉海》卷四第三十页正面那一节，第三十二页反面那一节；《图书集成·历法典》卷八十四第二页正面
周琮、舒易简、于渊	1050	宋			○	+	○	+		+	○	+	○	+	+	+	○	+	○	○	“太烦琐”，《梦溪笔谈》卷八第五页正面；《宋史》卷七十六第一页反面那一节；《图书集成·历法典》卷八十四第三页正面
沈括	1074	宋			+	○	○	+	巳					+	+	?	○	○		○	《玉海》卷四第三十五页反面那一节；《梦溪笔谈》卷八第五页正面；《图书集成·历法典》卷八十四第四页反面
苏颂	1090	宋	0.7	24⑫	+	○	○	+	移	+	○	+	○	+	+	+	+	○	+⑬	+	《新仪象法要》卷上；《图书集成·历法典》卷八十四第八页反面那一节
王黻(王黼)	1124	宋			○	○	+		至					+	+	?				+	《宋史》卷八十第二十五页反面那一节；《图书集成·历法典》卷八十四第十一页正面那一节
李继宗	1132	宋			+	○	○		三												《宋史》卷四十八第十八页正面那一节；卷八十一第十三页反面那一节；《玉海》卷四第四十七页反面那一节；《图书集成·历法典》卷八十四第十二页正面
邵谔	1150	宋			+	○	○		辰												《宋史》卷八十一第十五页正面那一节；《玉海》卷四第四十八页反面；《图书集成·历法典》卷八十四第十三页正面那一节
郭守敬	1276	元			+	○	○	+	仪	+	○	+	○	+	+	+	+	○	○	○	《元史》卷一六四第七页反面［不在卷四十八之内，伟烈亚力［Wylie (7)］的文章里没有叙述］；《图书集成·历法典》卷八十四第十五页反面那一节；参阅 Johnson (1, 2)⑭

表 31（续）

天文学家姓名	年代（公元）	朝代	大小（每度的寸数）	圆周近似值（尺）	四游仪：窥管（或规和旋游仪）	四游仪：黄道游仪	代替观测仪器的演示器械（大地的模型）	六合仪：天常	六合仪：黄道（或日道）	六合仪：天经（或阳经）	六合仪：天顶环	六合仪：阴纬（或地浑）	六合仪：上规和下规	三辰仪：赤道	三辰仪：黄道	三辰仪：三辰仪双环	三辰仪：四象环	三辰仪：白道月环	三辰仪：天运环	动力的使用	参考文献
皇甫仲和	1437	明		约18	+	○	○	+		+	○	+	○	+	+	+	+	○	○	○	《明史》卷二九九第十四页反面；《图书集成·历法典》卷八十四第十八页反面⑮
现存朝鲜演示用浑仪	18世纪			4呎	○	○	+	+		+	○	+	○	+	+	+	?	+	○	+	Rufus (2)
第谷（小型）	1598				+	○	○	○	○	+	○	○	○	+	○	○	+	○	○	○	略
南怀仁，赤道经纬仪	1673	清		18	+	○	○	+⑱	○	+	○	○	○	缺						○	略。《图书集成·历法典》卷八十四第二十页正面
南怀仁，黄道经纬仪				18	○	+	○	○	○	+	○	○	○	○	+	+	○	○	○	○	略。《图书集成·历法典》卷八十四第二十页正面
戴进贤，玑衡抚辰仪	1744	清			+	○	○	+	○	+	○	○	○	+	○	½⑯	+	○	○	○	
托勒密	二世纪				○	3	○	○	○	+	○	○	○	○	+	+	○⑰	○	○	○	参阅 Nolte (1)
札马鲁丁	1267				+	○	○	○	○	+	○	+	+⑲	缺						○	《元史》卷四十八第十页反面，第十一页正面

① 据推测，这些简单的浑环一定附有可移动的照准器，它们可按需要装置在子午面上或赤道面上。

② 马伯乐 [Maspero (4), p. 336] 认为，这两个圈是六合仪的可移动的部件(或用手，或用机械移动)，换句话说，游动的三辰仪此时已出现。如果确实如此，则须有某种分至环把两个圈联结起来(马伯乐并未注意到这一点)。可是，有关文献并无这方面的记载。

③ 我们无法断定这是否就是“内外规”。

④ 即附在赤道圈上的环，可任意固定于一点。因此，孔挺的仪器便成为所有备有中间一重三辰仪的浑仪的始祖。

⑤ 这两个浑仪都是用铁制的，这是五世纪时中国大量产铁的明显证据。由于铸铁早已普遍使用，几个环可能在制成时就铸在一起了。

⑥ 这两个仪器的黄道环都固定在靠内的绕极轴装置的赤纬环上；这是使黄道环转动的另一种试验。

⑦ 实际上并没有这些环；只是在浑仪中间的大地的模型上有一个表示地平线的标记。

⑧ 可能有过。李淳风实际上是否改变过传统的赤道窥管，是很难确定的。

⑨ 附有钢制的轴承。

⑩ 这种仪器利用水银产生动力。因此，与利用水时不同，即使温度降至冰点以下，也不致妨碍浑仪机械的计时作用。

⑪ 一个规环具有几组刻度。

⑫ 这个浑仪需用青铜二十吨左右。

⑬ 只有此处出现了天运环，因为据我们目前所知，只有苏颂的浑仪，才不管是观测用的浑环，还是演示用的天球，都由机械传动。这种“时钟机械传动”的天柱通过一个中空的支柱(鳌云)，向上接连天运环。早先曾一度废弃这样的支柱。在苏颂设计浑仪之前约十年，他的助手周日严在元丰仪(约 1080 年)上重设了鳌云。

⑭ 这个仪器一直保存到耶稣会传教士入华之时(1600 年)。

⑮ 这完全是郭守敬浑仪的仿制品，先在南京用木料制成，按纬度调整后，在北京用青铜铸成。它现在仍在北京[1)]。

⑯ 只在南天球上有支撑赤道环的半圆形二至圈环。

⑰ 它们并不是固定的分至圈，但黄纬圈可在按黄道装置的望筒环平面上摆动。因此，托勒密的浑仪虽然可说有五重之多，但缺少赤道式部件。不过最内重的子午圈却是以极轴为轴的。

⑱ 只在南半球上增加一个支撑赤道环的半圆形二分圈环。

⑲ 附在可移动的赤纬环上。

1) 这个仪器实际上在抗日战争以前已移往南京。——译者

定的外重(六合仪)之间[①]，又嵌入中间的一重(三辰仪)。此后几个世纪之中，这种新的装置包括赤道环和黄道环，有时还有为月球轨道设置的第三个环，即白道环，不过后者自公元1050年以后便废弃不用了。这些环由一两个分至环连在一起。同时，外重的活动黄道圈已取消，而保留着赤道圈以及子午圈、卯酉圈和地平圈等，正和唐以前的旧式浑仪一样[②]。

李淳风研究天文学是在七世纪早期，正值佛教影响很大和希腊天文学思想通过印度进入中国的时候。他为了便于观测黄纬(这对希腊五星学说是很重要的)，曾提出按黄道装置窥管的建议；但首先付诸实行的大概却是僧一行[③]。不过，中国

① 参阅《新仪象法要》卷上第六页反面；《小学绀珠》卷二第二页正面。关于李淳风的仪器，主要文献的译文见 Maspero (4), p. 321。

② 公元1000年左右，韩显符曾一反三重制的做法，恢复了唐以前的古代形式；但沈括说它“失于简略”，后来无人仿制。

③ 由于这个问题太复杂，人们对于术语无法使用得十分恰当。哈特纳 [Hartner (8)] 说，傅安在一世纪时已将“黄道浑仪”引进了中国的天文学，可是他指的却是“赤道浑仪上的黄道环”，而不是备有按黄道装置的照准器的托勒密式浑仪。后者直到七世纪或八世纪才传入中国。

天文学的独创性和特殊性，从来是不可能轻易改变的，因此，除了周琮和舒易简的仪器（1050 年）以外，直到耶稣会传教士入华时为止，没有再使用过黄道装置①。

在这里还可以再研讨一些情况。晁崇在 402 年和解兰在 415 年制成的浑仪有一个特点，即它们不是用青铜而是用铁制成的。公元 720 年左右，一行和梁令瓒所使用的轴承是钢制的。恒显圈和恒隐圈（即上规和下规）自然是比较适用于王蕃在 250 年左右制成的那些演示浑仪的，不过，它们偶而也用在像解兰那种观测用浑仪上。从表 31“动力的使用”一栏可以看到，自张衡以后，大多数演示浑仪都用水力传动；在这种仪器的中央，以大地的模型代替了窥管，或者用一平顶柜表示地平。传动方法最初是很粗糙的，但是，公元 725 年却出现了新的进展，当时，一行和梁令瓒发明了一种擒纵器，把浑仪的转动和几种机械装置联结起来，这种装置实质上就是最早的机械时钟

① 郭守敬所用的证理仪（见下文）可能是一个例外。沈括把它看得太复杂了（《梦溪笔谈》卷八第八则，参阅胡道静（1），卷上第 335 页那一节）。



图 156　郭守敬的赤道浑仪（约 1276 年），原按山西汾阳的纬度造成，后来移置北京和南京（照片摄于北京）。图中的仪器大概是 1437 年皇甫仲和的复制品之一。照片是从西北方向拍摄的（桑德斯摄影）

（见第二十七章第八节）。后来，张思训在公元 979 年制作时钟时，进一步用水银代替水作为动力的来源。

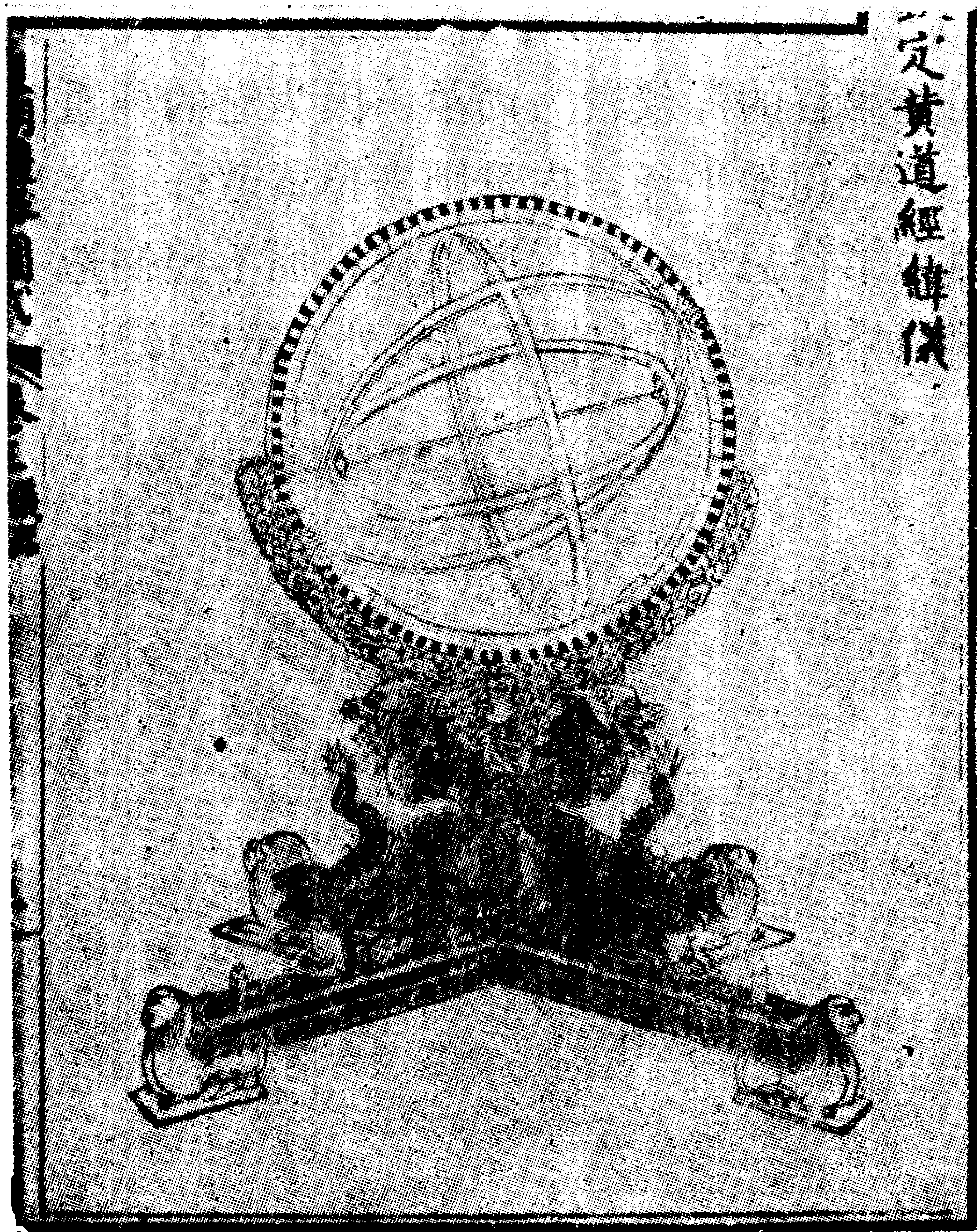


图 157　希腊传统的黄道经纬仪，这是南怀仁 1673 年为北京观象台制造的。这张描绘的图采自《皇朝礼器图式》，与李明［Lecomte（1）］法文版本上的图相似，但较清晰

把中国赤道浑仪最后的形状和西方传统的浑仪比较一下，是很有意义的。第谷1598年的小型赤道浑仪（图155）不同于郭守敬1276年的浑仪（图156）或苏颂1090年的浑仪（图159），主要的不同是第谷的浑仪较为简单，因为它的外重已去掉赤道环和地平环，内重则去掉黄道环。这当然是因为第谷另外还有黄道浑仪；他不想制造一种中国风格的"多用仪器"。此外，还应该注意到，

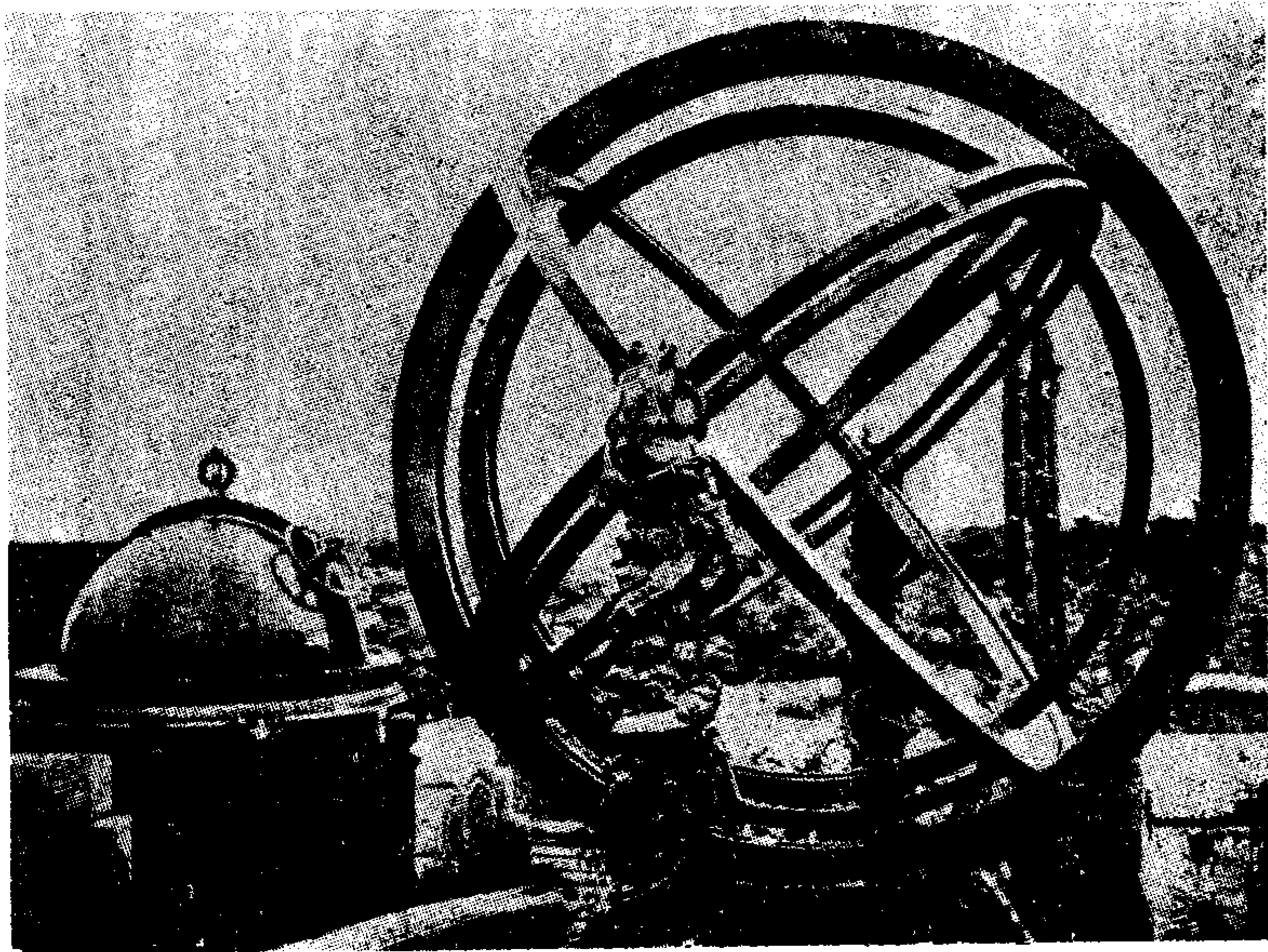
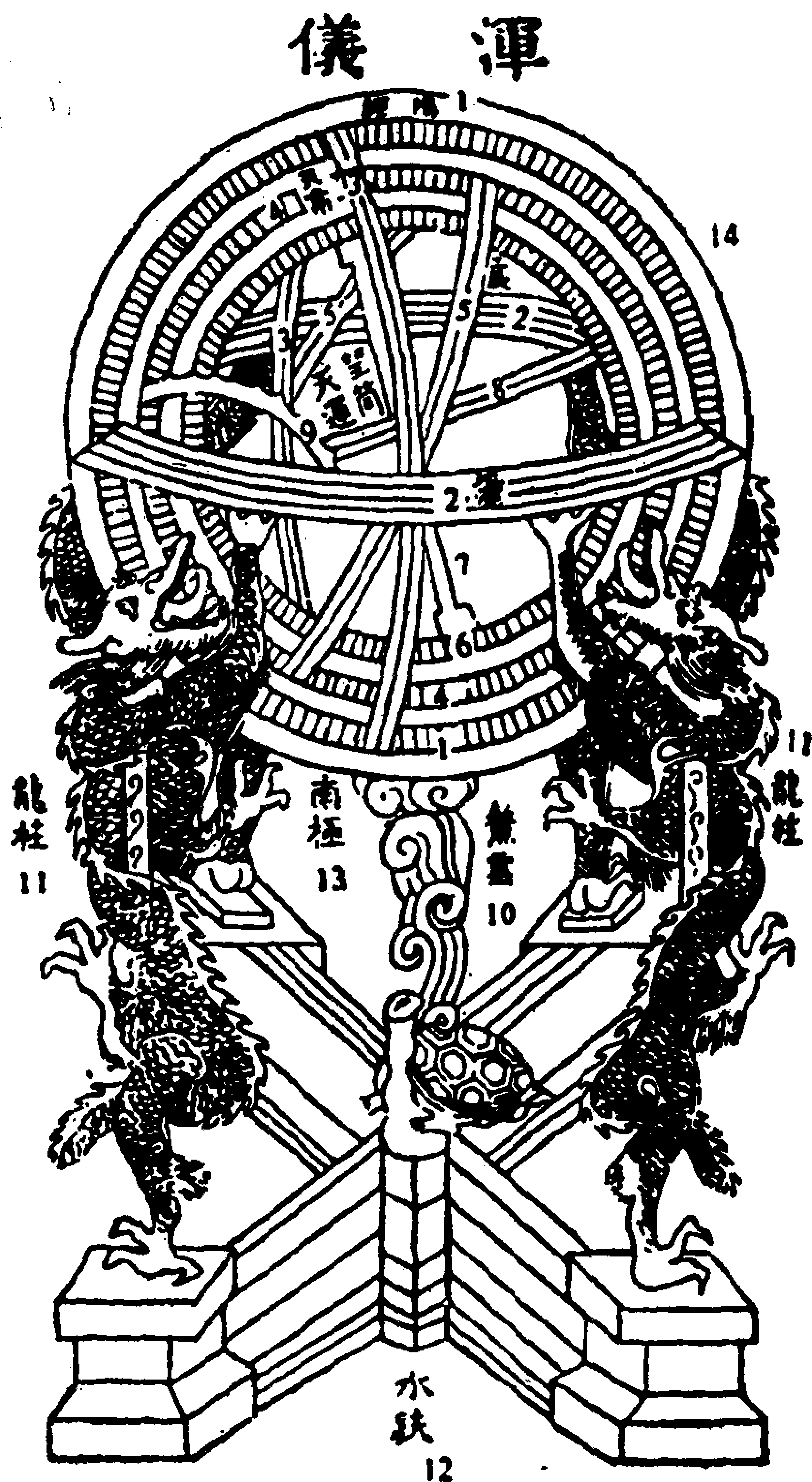


图158　中国传统的赤道浑仪，1744年戴进贤及其同事们制成后置于北京观象台（详见正文）。透过此仪可看到南怀仁1673年所制象限仪的侧面，左方是他的天体仪（汤姆森摄影，卜士礼翻印）



外重（六合仪）：
1. 子午圈（阳经环）；
2. 地平圈（地浑环）；
3. 外赤道圈（天常环）。

中重［三辰仪，见图 160(1)］：
4. 二至圈（三辰环）；
5. 黄道圈（黄道环）；
9. 周日运转齿环（天运环），与动力装置联接。

内重［四游仪，参见图 160 (2)］：
6. 极轴装置赤纬环或时角圈（四游环），附有照准器；
7. 照准器（望筒）；
8. 直径撑杆（直距），用以加固照准器。

其他部件：
10. 垂直柱（鳌云柱），内有传动轴；
11. 龙形支柱（龙柱）；
12. 底座横挡，上有水准器（水趺）；
13. 南极枢轴（南极）；
14. 北极枢轴（北极）

图 159　苏颂 1090 年的浑仪，描述于《新仪象法要》中。此图由马伯乐［Maspero (4)］重绘，并加注号码。这是第一具由时钟传动的浑仪。图中汉字也可参见表 31。

担任北京钦天监监正的耶稣会传教士，后来曾对中国的使用习惯作过相当让步。公元1674年南怀仁造的黄道经纬仪（图157），自然全部仿效第谷所用的希腊式样①；但公元1744年戴进贤和他的同事们制造的赤道仪（玑衡抚辰仪），主要是按照中国式样，很少采用欧洲的办法（图158）②。他们在外重加了一个赤道环，在中间一重加了半圈分至环，同时废弃了卯酉圈。更重要的是，他们采用了“枪管”式窥管③来代替国外习见的照准器，并采用了很便利的双重浑圈。这种浑圈最初只有中国使用，至迟在五世纪初、即解兰的时代已经出现了。

看来，中国的浑仪制造在宋代（特别是北宋）达到顶峰。我们后来时常听说的四大浑仪④，都是

① 参阅陈遵妫（6），第23页。

② 参阅陈遵妫（6），第46页。

③ 中国很早便有窥管及其支架（参阅前面第392页及第408页）。人们不得不猜想这是由于中国多竹，容易制得四尺至八尺长的坚固的直管子。这种情况与竹子在火药武器发展过程中的重要作用有相似之处。参看第三十章。

④ 这是指韩显符的、周琮和舒易简的、沈括的以及苏颂的四个浑仪。见《小学绀珠》卷一第十页正面、《玉海》卷四第四十七页反面、《新仪象法要》卷上第一页反面、《宋史》卷八十一第十三页反面、《齐东野语》卷十五第五页反面。

在公元995年至1092年之间造成的。公元1126年汴京被金兵攻陷后，天文学的研究遭到严重的破坏，尽管有一些勤奋的学者十分努力[①]，可是南宋再也未能达到所失仪器的水平了。虽然苏颂的仪器（列在四大浑仪中的末位），在某一重要方面是独特的，但它在总的构造方面，却很能代表中国浑仪工艺的"伟大传统"。苏颂的《新仪象法要》一书是特别有价值的，因为其中有大量的插图，并对仪器的每一部件都作了解释。图159表示整个浑仪，它的各个组成部分如下：

外重（六合仪）

（1）子午圈；

（2）地平圈；

（3）外赤道圈。

中重（三辰仪）

（4）二至圈；

（5）黄道圈；

① 例如，苏颂的学生兼助手袁惟几随宋室南渡，在1130年前后试制新浑仪，但因为计划不周和缺乏文献资料，工匠又四散难以招集，结果不很圆满。1170年以前，还制过另三个性能低劣的浑仪。

(5′) 内赤道圈(图中未绘出);

(9) 周日运动齿环,与动力联接(见后面451页)。

内重 (四游仪)

(6) 极轴装置赤纬环或时角圈, 附直径式窥管(望筒);

(7) 窥管(望筒);

(8) 直径撑杆。

其他部分

(10) 垂直柱(内有传动轴);

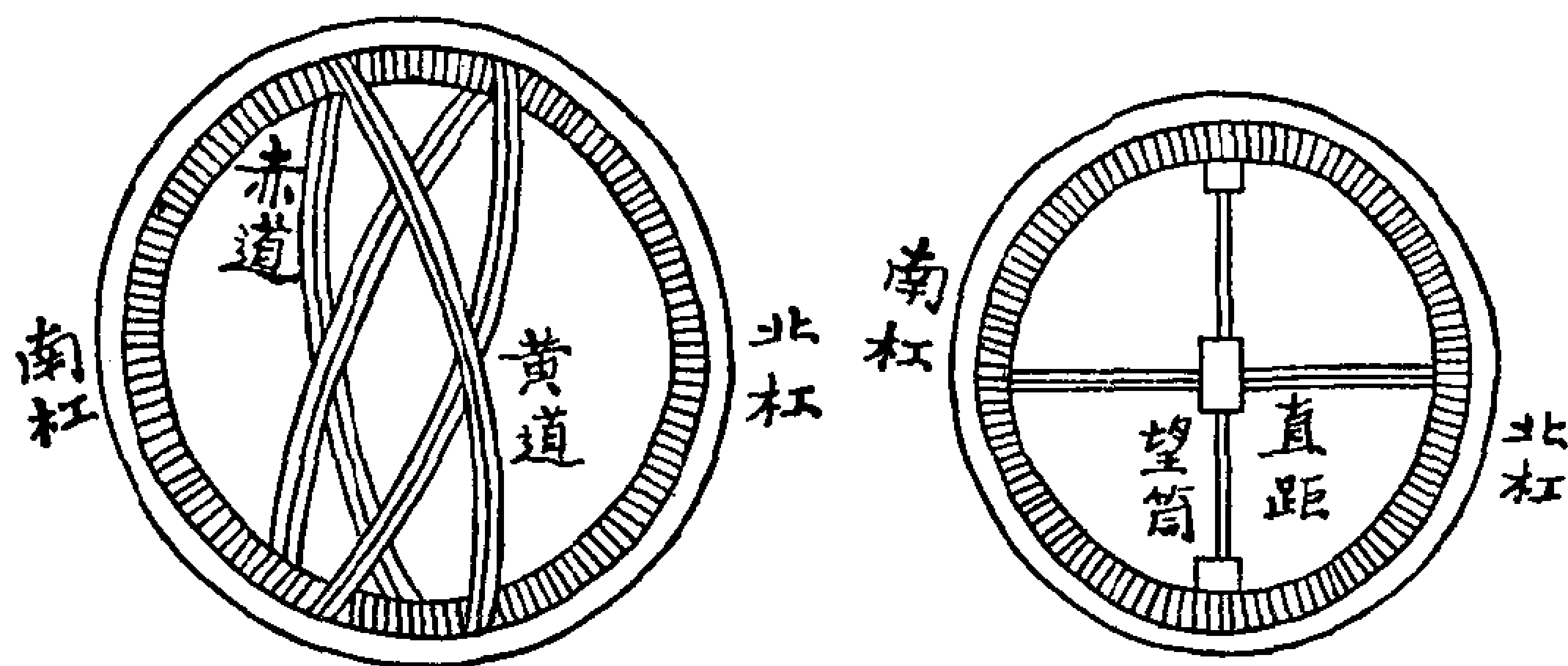
(11) 龙形支柱;

(12) 底座横挡,附有水准器(水趺);

(13) 南天极;

(14) 北天极。

当时的绘图者大概还不能把各个部件的配置描画得很正确,这是不必大惊小怪的;我们能有一幅十一世纪的浑仪图,毕竟应当怀着感激的心情。苏颂所描画的浑仪的某些零件,复印于图 160 (1) 和 (2), 前一幅是中间一重(三辰仪),具有赤道环和黄道环, 后一幅是极轴装置赤纬环 (或时角圈)



(1) 中重(三辰仪),赤道环和黄道环附在二至圈上

(2) 极轴装置赤纬环(或时角圈),附有望筒及直距

图 160 苏颂的时钟机械传动赤道浑仪的部件简图,采自 1090 年的《新仪象法要》

和所附的望筒(窥管)①。

把这个仪器和两个世纪以后为卡斯提耳国王阿尔丰沙十世制造的仪器(图 161)② 作一比较,是颇有意义的。苏颂的浑仪没有不及阿尔丰沙的仪器之处,而在某些方面还要优越一些。不同之点

① 《新仪象法要》卷上记述浑仪的部分,已由马伯乐 [Maspero (4), pp. 306 ff.] 全文译出。《进仪象状》和记述动力部分的卷下,也已由李约瑟、王铃和普赖斯 [Needham, Wang & Price (1)] 译出。卷中记述浑象的部分,尚无译文。前面所列苏颂浑仪的部件并不完备,但已足够说明所附图形,图中的标号是马伯乐所定的数字。

② 见诺尔蒂的著作 [Nolte (1), p. 26],当然是指里科-西诺巴斯 (Rico y Sinobas) 的版本。

主要在于： 摩尔人[1]的仪器是按照阿拉伯传统，在测量平经、平纬方面作了特殊安排。这对于中国的方法来说并不重要，因为苏颂的地平圈已有了适当的刻度①。苏颂的时代相当于我们所熟悉的征服者威廉（William the Conqueror）[2]的时代；当时中国机械工程学在为科学服务方面所达到的空前成就，可以从苏颂的著作中清楚地看出。

(ii) 汉代和汉以前的浑仪

关于浑仪初创的情况，确实是很难搞清楚的。主要的古书上可供引证的材料已在前面（第

① 应该注意，他的仪器的底座上附有水准器。亚历山大里亚城的学者们已有关于水准器的知识，可是水准器在中世纪阿拉伯文化和欧洲文化中使用范围如何，我们还不大了解。水泡水准器是公元 1661 年泰夫诺（Thévenot）引进的［Houzeau（1），p. 955］。

1） 关于摩尔人，一向有几种不同的概念，这里所谓摩尔人，是泛指八到十三世纪从北非进入伊比利亚半岛的阿拉伯人和柏柏尔人。——译者

2） 征服者威廉（1027—1087 年）原是十一世纪时法国诺曼底公爵，他纠集骑士，渡海侵入英国，自立为英王。苏颂（1020—1101 年）也是十一世纪的学者，所以说他与征服者威廉同一时代。——译者

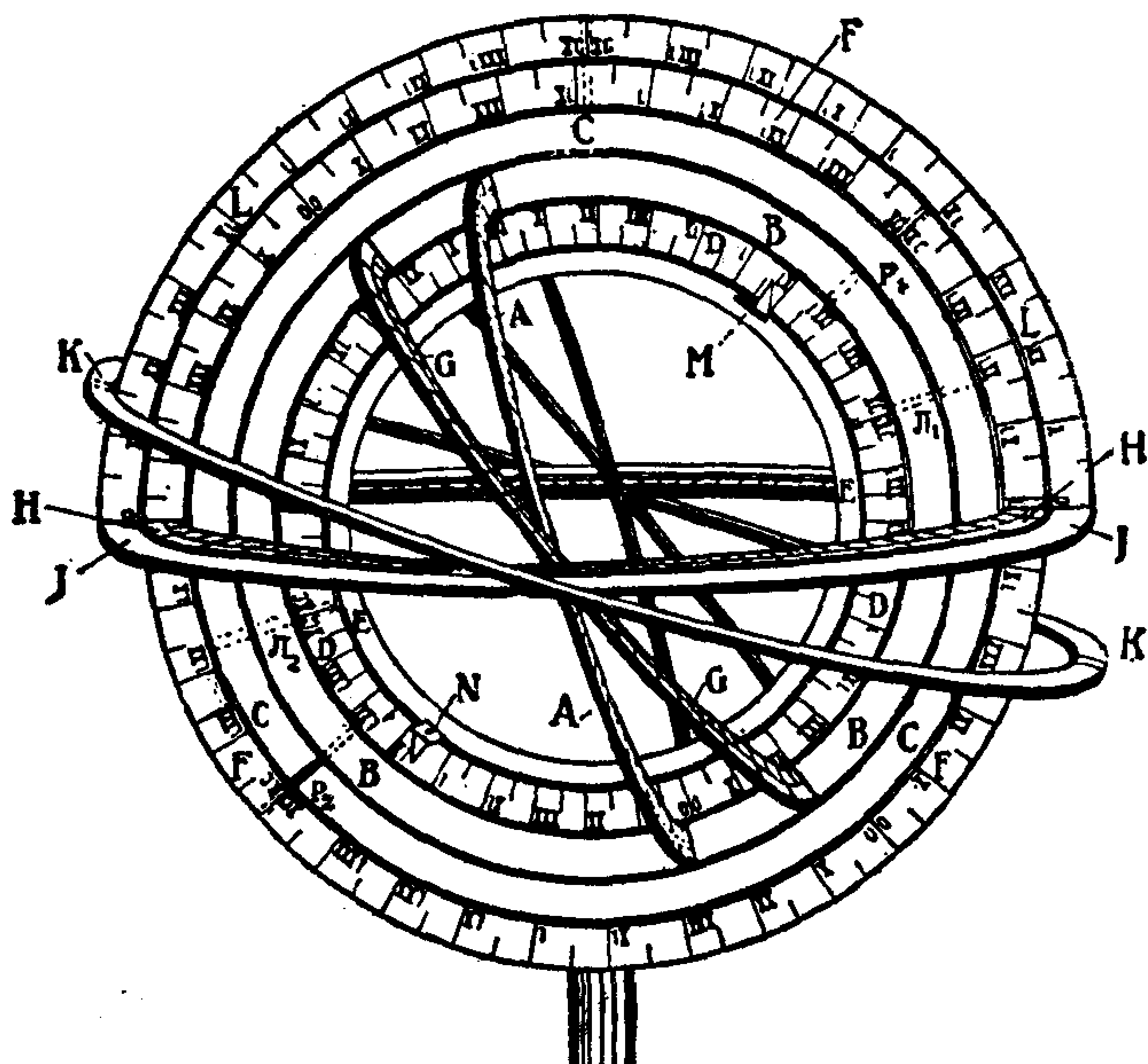


图 161　卡斯提耳国王阿尔丰沙十世的浑仪（约 1277 年），它是诺尔蒂 [Nolte (1)] 复原的。*F* 是有刻度的外部固定子午圈（二至圈）环；*B* 是内部活动子午圈环，它的轴装在极轴上；*A* 是附于 *B* 上的分度黄道环；*C*，*D*，*E* 是三个活动黄纬环，中间的 *D* 环有刻度，最内的 *E* 装有照准器 *M* 和 *N*；P_1 和 P_2 是天极枢轴；π_1 和 π_2 是黄极枢轴；*G* 是附于 *B* 上的分度赤道环；*H* 是附于 *F* 上的分度地平环；*J* 是附于 *L* 上的地平环；它附有半圈分度子午圈，轴设在天顶，从而形成一对地平经纬象限仪，可由 *K* 得到读数；*K* 是测平纬的照准环，轴设在 *J* 上，并穿有一些观测孔

105 页）提到过，这就是公元 5 年扬雄所著《法言》（卷七）里的几句话。有人问他关于"浑天"的事，

他答道："它是落下闳制成的，鲜于妄人进行了计算和刻度，耿寿昌利用实际观察进行了校正。"（"落下闳营之，鲜于妄人度之，耿中丞象之。"）注释者把"浑天"两字解释为浑天仪；然而马伯乐［Maspero (4)］可能因为原文下面一个问题和盖天说有关（参阅前面第91页），从而认为扬雄所指的是浑天说，并认为公元前104年已有浑环之说是不可靠的。但是，如果扬雄指的果真是浑天说，他就不会使用只能作"营造"解释的"营"字。不仅如此，对于马伯乐的见解，还有一个更有力的反证：照他看来，第一个浑环应当是公元前52年耿寿昌首创的；可是，我们有充分的根据① 相信，石申和甘德确实在公元前四世纪就已用度数定下恒星的位置；假如没有某种刻度的浑环，这种测量是完全不可能的。由此看来，我们不得不回到宋君荣曾经说过的老意见②，即落下闳确实曾经制

① 参看前面第222页。

② 参看 Gaubil (2), p. 5。关于这些问题，佛尔克［Forke (6), p. 9 ff.］、戴遂良[1)]［Wieger (3), p. 85］和萨顿［Sarton (1), vol. 1, p. 195］都显然是错误的。

1）戴遂良在本书第一卷中译为威格。——译者

造过浑仪。

前面已经说过[1]，公元180年前后，蔡邕曾上书提到浑天仪，他说：

皇室天文官员所用的青铜仪器是根据浑天说制造的[2]。周长八尺的圆球代表天形和地形。用这种仪器，可以校正黄道的分度，观察天体的出没，追踪日月的运行，找出五星的轨道。这样的仪器可以得出神奇而准确的结果。这种方法是百世也不会改变的[3]。虽然天文官员现在拥有这些仪器，但有关的原始文献却已散佚。在过去的正史里，也找不到关于这方面理论的记述。[4]

〈今史官候台所用铜仪，则其法也。立八尺圆体，而具天地之形，以正黄道，占察发敛，以行日月，以步五纬；精微深妙，百代不易之道也。官有其器而无本书，前志亦阙。〉

---

① 参看前面第91页。

② 参看前面第105页。

③ 因为望远镜和射电望远镜所用赤道装置的原理也与浑仪相同，他甚至可以说，这是千世也不会改变的。

④ 《晋书·天文志》卷十一第一页反面，由作者译成英文，借助于 Ho Ping-Yü (1)。

据我们所知，关于浑仪的资料，以张衡《浑仪》一书的残篇①为最古（约公元125年）。它一开始就说：

赤道环围绕着浑仪的腹部，离极$91\frac{5}{19}$度②。黄道圈以24度的角度和赤道相交，也围绕着仪器的腹部。因此，夏至日黄道离开极略多于67度；冬至日黄道离开极略多于115度③。

因此，黄道和赤道的交点应给出春、秋分

---

① 引自马国翰《玉函山房辑佚书》卷七十六第六十六页正面那一节。马伯乐竟未引此文，实在难以理解。又见《后汉书》卷十三第二十页反面（注文）。由作者译成英文[1)]。

② 按照我们的刻度，应为90°。《辑本》有误，按中国古代天文学应作$91\frac{5}{16}$度。下面可以看到，王蕃把这尾数正确地写作“少强”，见《晋书》卷十一第五页反面。

③ 这里两处都有“强”字，“强”字指1/8度（参阅前面第222页）。但这里用的“而强”和“亦强”两词，按照上下文，应指5/19度。

1）《后汉书》注文的文字，与《玉函山房辑佚书》的文字略有出入：这里所引原文中“十九分之五”，《后汉书》为“十六分之五”；“去极九十二度少者”，《后汉书》为“去极九十一少者”；“就夏至晷景之法以为率也”，《后汉书》为“就夏历景去极之法以为率也”。李约瑟的英译文用了“夏朝历法”字样，显然是参照了两种原文斟酌翻译的。——译者

点的北极距①。但根据现在的记录，春分点离极 $90\frac{1}{4}$ 度②，而秋分点却是 $92\frac{1}{4}$ 度③。其所以采用从前的数据，只是因为它与依据夏朝的历法④测量夏至日影的方法所得的数字相符。

两圈当中，上面那一圈代表黄道圈⑤。

〈赤道横带浑天之腹，去极九十一度十九分之五。黄道斜带其腹，出赤道表里各二十四度。故夏至去极六十七度而强，冬至去极百一十五度亦强也。

然则黄道斜截赤道者，则春分、秋分之去极也。今此春分去极九十少，秋分去极九十二度少者，就夏至晷景去极之法以为率也。

上头横行第一行者，黄道进退之数也。〉

这段文字使我们略知汉代青铜浑仪的概况，不过还另有其他原因使人对它特感兴趣。前面已经提到⑥公元320年虞喜发现二分点的岁差。我

---

① 也就是说，这两个交点的去极度和赤道本身是相同的。

② 这里两处均有“少”字(参阅前面第222页)。

③ 这里两处原文均作91度少，但正确的推理要求如此校正。我们知道，传抄之误是易于发生的。

④ 这和“古四分历”有关，参阅前面第281页。

⑤ 这时是从南面去看仪器。

⑥ 参看前面第71页，第117页和第225页。

们从这段引文知道，中国天文学家早已觉察到恒星年和回归年的关系。二分点的北极距显然不相等的情况，只是由于错误地沿用过去的数据才出现的，当时，本来应当重新测定二至日影长，从而认识到极星位置已经移动，而人们却继续使用传统的二至日影长值[1]，继续按传统的极星来计算[2]。如果不考虑到天极本身的岁差运动，则赤道顺着黄道滑动当然会使一个分点好象比另一个分点离天极近了些。在张衡的时代，那些古老的数值似乎仍然被奉为正统，但他显然已怀疑这些数值的可靠性了。张衡逝世半个世纪之后，刘洪已经知道"岁差"[3]数值越来越大了。可是，首先把"天周"和"岁周"明确地区别开来的却是虞喜[4]，他求得岁差运动的数值为每50个回归年差

① 参看前面第271页起关于"周公"影长值的讨论。

② 参看前面第200页起关于天极和极星的讨论。

③ 恒星年比回归年约长二十来分钟。

④ 关于这一问题的简短论述，见 Gaubil (2), p. 46; 朱文鑫(1)，第105页；以及其他著作。可是这件事的全部经过迄今还没有受到足够的注意。虞喜之所以能够得出他的论断，部分原因是由于他研究了《书经·尧典》中所载的分至点视位置。参阅前面16页及第167页。

一度[①]。因此，过去曾说他“使天为天，岁为岁”[②]。

我们现在应当再谈一谈张衡的原文。张衡曾谈到如何从浑仪赤道的直接度量，对黄道进行经验性分度。张衡并不知道和他同时的亚历山大里亚城学者梅内劳 (Menelaus)[③] 关于球面三角的著

---

① 后来，五世纪时的何承天，正和很久以前的伊巴谷一样，认为最正确的估计是每100年差一度(参阅《宋书》卷十三第二十四页正面和第二十五页正面)，而六世纪时的刘焯，则认为每75年差一度。正确的数值为71.6年。在西方，伊巴谷的数值直到十世纪才由伊本·阿拉姆 (Ibn al-A‘lam) 加以修改，他提出的数值是70年 [Destombes (2)]，而巴塔尼 (al-Battānī) 则提出略大于66年的数值 [Chatley (9); Mieli (1), p. 88; Hitti (1), p. 376]。沈括在《梦溪笔谈》卷七第十一则中，记述了“落下闳造历，自言后八百年当差一算，至唐僧一行出而正之”的传说。他认为恰恰相反，那种历法在制订时就已经错了。此外他还指出，正如张子信在公元576年前后所说，岁差每80年差一度，年限只是落下闳传说的十分之一而已。唐代董和所提出的数值与此相同，见《畴人传》卷四。

② 《畴人传》卷六第七十六页。伊巴谷和虞喜在说法上的区别很有趣。希腊人所注意的是：和过去的方位记录相比，恒星的黄经数值增大，而黄纬不变。由于赤道对黄道保持着固定的倾角而向西运动，恒星看来似乎是在向东移动。因此，基本的参考点是春分点。但中国人所注意的是：对恒星而言，冬至点似乎是在向西移动。

③ 参看 D. E. Smith (1), vol. 2, p. 606。

作，他除了用下面所说的经验性图解法之外，别无他法。

> 黄道度数减少或增加的差数，本应使用青铜浑仪终年观察日月的运行来测量，可是由于有时天阴下雨无法观察，难于获得全年的记录。因此，人们制成小型浑仪，从冬至点起将赤道和黄道都分刻成$365\frac{1}{4}$度。……接着，将一根可弯曲的薄竹片，两端固定在二极，正好构成一个半圆弧。……于是从冬至点起，转动竹片，记录下黄道上度数的增减和赤道上度数增减的关系。这些就是‘进’或‘退’的数值。不仅如此，计算半圆弧形竹片上的度数，就可以得出任何一点的北极距。赤道和黄道均分为二十四气（十四天为一气），每气长$15\frac{7}{16}$度，与赤道相比，黄道每气进退1度。由于季节的不同，黄道有时近北极，有时近南极，可见，黄道的位置和赤道是成倾角的，因而它们的度数各不相同。①

① 西译文见 Maspero (4), p. 339，由作者译成英文。张衡用的是易于弯曲的竹片，而不是一条绳索，这表明他的仪器的确是个供测算用的浑仪，而不是实体的天球仪。

〈黄道进退之数也，本当以铜仪日月度之，则可知也。以仪一岁乃竟，而中间又有阴雨，难卒成也。是以作小浑，尽赤道、黄道，乃各调赋三百六十五度四分之一，从冬至所在始起。……取北极及衡各鍼掾之为轴，取薄竹篾，穿其两端，令两穿中间与浑半等，……令篾半之际从冬至起，一度一移之，视篾之半际多少黄赤道几也。其所多少，则进退之数也。从北极数之，则去极之度也。各分赤道、黄道为二十四气，一气相去十五度十六分之七。每一气者，黄道进退一度焉。所以然者，黄道直时，去南北极近，其处地小，而横行与赤道且等，故以篾度之，于赤道多也。〉1)

这种方法一直使用了一千五百年，直到元、明时代受到阿拉伯和西方的影响为止①。这是用赤道座

---

① 最早的黄道宿度表是178年蔡邕编制的，司马彪收入《后汉书》卷十三第十九页反面和二十页正面。刘洪确曾进行过测量。当然，马伯乐说得对，中国人所想要测定的并不是所测恒星的黄经，而是通过这个恒星的时圈与黄道相截点的黄经［参阅Eberhard & Müller (2)］。于是日月在黄道上的运行也用赤道上的二十八宿来表示。后来因为在精密分度方面和测量方面引起的技术性困难，中国人在隋代公元604年的《皇极历》的计算中，以刘焯为代表，终于采用了等差级数的方法。公元724年，一行为了同一目的曾使用过另一方法。最后，十三世纪郭守敬所列出的测算数据，达到百分制的四位值［《元史》卷五十四第九页反面和第十四页反面；Gaubil (3), p. 145］；他可能是用沈括的三角学和从阿拉伯传入的方法算出来的。

1) 原文引自《后汉书》志第三(新版3076页)。——译者

标表示天体沿黄道的运动的主要方法。传统的中国天文学始终没有把在赤道座标系统中划分二十八宿(相当于我们称为赤经的分区)的办法推广到黄道座标系统中去。张衡这段话最后把两个大圆上的度数与节气的日数作了比较，并指出了二至点的长期变化。

关于浑仪，王蕃在公元260年左右著的《浑天象说》中有具体的说明①。这篇文章特别重要，因为这和实体天球（即浑象，参看后面第513页）的并行发展有关。随后出现了公元323年孔挺的浑仪②。六世纪时，数学家信都芳著有《器准图》一书，不幸早已散佚(参看第二十四章第二节)。信都芳是北魏人，受业于祖暅之(祖冲之的儿子)。据说，当时祖暅之被北魏人所掳，拘留在安丰王元延明1)

① 《开元占经》卷一第十页正面开始；《全上古三代秦汉三国六朝文·全三国文》卷七十二第一页正面开始，那是根据《晋书》卷十一第五页反面那一节及其他资料重辑的。译文见 Maspero (4), p. 332; Eberhard & Müller (2)。艾伯华等认为这是公元四世纪时修改过的；马伯乐不以为然，我们同意他的意见。

② 《隋书》卷十九第十六页；译文见 Maspero (4), p. 323。

1) 安丰王是北魏高宗文成帝封他的儿子拓跋猛的，猛的儿子拓跋延明继承这个封号。由于北魏孝文帝改汉姓元，所以拓跋延明就变成元延明了。李约瑟原书在这里把北魏误作北齐，把安丰王的姓名误为高延明，现据《北史》卷十九改正。——译者

的宫中，可是没有受到优待。信都芳由于对数学和仪器制作很感兴趣，便请求安丰王给祖暅之以较好的待遇，这个请求被批准了。后来祖暅之在南还前，把得自他父亲的知识全部传给了信都芳[①]。

关于这段故事，我们只知道这么一点点。特别有趣的却是桓谭(公元前 40 年—公元 30 年)著作中的片断：

扬雄喜欢天文学，并且时常和宦官们讨论。他自己制作过一具浑仪。一位老工匠[②]对他说："我年轻时会制作这种浑仪，但只知道根据尺寸去分度，并不明白其中的道理。后来愈懂愈多。现在我已经七十岁了，才开

① 见《北史》卷八十九第十三页正面那一节及《北齐书》卷四十九第三页反面那一节。安丰王曾收集了大量的科学图书和仪器，那就是信都芳在他的著作中描述过的。周密在《齐东野语》(卷十五第六页反面)中曾引用《北史》的话，并且指出，他的著作在十三世纪时早已散佚。

② 《北堂书钞》及阮元(《畴人传》卷二第十四页)所引其他古本，用了"落下閎"或"落下黄閎"的名字代替这里的"黄门"、"老工"等字样。如果此书可靠，这便成了落下閎制作浑仪的又一证据，可是从扬雄和落下閎在世的大概年代来看，很难认为他们曾经相识。

始懂得关于它的一切，可是我不久就要死了。我有一个儿子，也喜欢学着制作这些仪器；他也得重复我多年的经验。我想，有一天他也会懂得其中的道理的，不过，到了那时，他也同样将是快要死的人了。”他的话是多么凄惨，又多么可笑啊！①

〈扬子云好天文，问之于黄门作浑天老工。曰：“我少能作其事，但随尺寸法度，殊不晓达其意。然稍稍益愈，到今七十，乃甫适知，已又老且死矣。今我儿子爱学作之，亦当复年如我乃晓知，已又且复死焉。”其言可悲可笑也。〉

这段没有被马伯乐敏锐的眼睛所注意到的文字，使我们知道了几件事：不仅扬雄（公元前53年—公元18年）本人和浑仪的制作有关，而且当时已有世代相传的仪器制作者。这些事实加强了落下闳曾使用过浑环的论断。此外，人们可以由此感觉到，当时还没有传授技术的制度，能解释浑仪原理的人很少；此外，制作浑仪被视为国家的机密，至少也是一种“机密情报”。

① 《玉海》卷四第二十九页正面；《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷十五第二页正面。

(iii) 时钟机械的发明

公元132年前后张衡所制作的一些浑仪当中，有一个是借助于漏壶的恒压水头用水轮缓慢地转动的。这是第一座水运浑仪。《晋书》曾引葛洪的著作(已佚)说[1]:

> 虽然有很多人研究过关于天的理论，可是没有人能像张衡和陆绩那样精通阴阳的道理。他们认为，为了计算七曜运行的轨道和度数、观测历法现象以及日出和日没的时刻、并且把这些结果和四十八气[2]相校正，为了研究漏壶的分度和预测圭表上日影的长短、并用物候学观察来验证这些变化[3]，再没有任何仪器比浑仪更精密了[4]。因此，张衡制成一个青铜浑天仪，把它安装在一间密室里，用流水的水力使它转动。然后，让一个管理人

① 《晋书》卷十一第三页反面，由作者译成英文，借助于 Ho Ping-Yü (1)。这一段话可能写于公元330年。

② 即指二十四节气各分为两半。参阅前面第373页。

③ 参看后面第706页。

④ 参看后面第505页。

关闭在室内，高声向站在观象台上的观察者报告说：浑仪上哪一颗星正在升起，哪一颗星正在到达天顶，哪一颗星正在落下去。一切都准确地同天象相符，就像把符木的两半合在一起那样。难怪崔子玉在替张衡写墓志铭时说："他的数学计算完全揭开了天地之谜。他的发明创造可与造物者相比。他的卓越的才能和出色的技巧，简直同天神一样。"所有这些，都可从他所制造的浑天仪和地震仪[①]得到证明。

〈诸论天者虽多，然精于阴阳者张平子、陆公纪之徒，咸以为推步七曜之道，度历象昏明之证候，校以四八之气，考以漏刻之分，占晷景之往来，求形验于事情，莫密于浑象者也。张平子既作铜浑天仪，于密室中以漏水转之。令伺之者，闭户而唱之。其伺之者以告灵台之观天者曰：璇玑所加某星始见，某星已中，某星今没，皆如合符也。崔子玉为其碑铭曰："数术穷天地，制作侔造化。高才伟艺，与神合契。"盖由于平子浑仪及地动仪之有验故也。〉

同一卷另一处还有一项记载，是七世纪时《晋

① 参看本书第二十四章第二节。

书》的主编房玄龄或其合编者之一（可能即李淳风）写的：

> 顺帝的时候（公元126—144年），张衡制成一座计算用的浑象，它包括内圈和外圈①、南天极和北天极、黄道和赤道、二十四节气、二十八宿之内（北天）和二十八宿之外（南天）的许多恒星、以及太阳、月亮和五大行星的轨道。这座仪器用漏壶的水来转动，安装在一座大殿顶上的密室之中。随着机械的运动和灵巧齿轮的转动，室中仪器上所显示的天体的上中天、升起和降落，同天上的实际情况是相符合（相应）② 的。③
>
> 〈至顺帝时，张衡又制浑象，具内外规，南北极，黄赤道；列二十四气，二十八宿中外星官及日月五纬。以漏水转之于殿上室内。星中出没与天相应。因其关戾，又转瑞轮。〉

这样，大概的情况便十分清楚了。办法是这样：

---

① 可能即恒显圈及恒隐圈；参阅表31。

② 应该注意，这里出现了一个具有哲学意义的术语（参阅本书第二卷第十三章第七节）。

③ 《晋书》卷十一第五页正面，由作者译成英文，借助于Ho Ping-Yü（1）。

两个观测者把密室中机械浑仪所示的天象和天上的实际星象进行比较。结尾的几句话就动力的性质提供了一些线索，这将在本书第二十七章第八节钟表技术部分再进一步讨论；这里我们只想提一点，即关于张衡的浑仪装置，还存在一些与他同时期的文字证据。最明显的是一篇篇名（或章节名）为《漏水转浑天仪制》的文章，这是唐代学者引用张衡的刻漏著作时小心地保存下来的残篇[1]。这个题目很可能是他的《浑仪》或《浑仪图注》中的一篇（此书我们已在前面引用过）[2]。由此看来，后世并未将利用机械的技巧完全归功于张衡。我们很快就会看到，张衡时代的纬书能进一步证明这一点。

关于张衡的成就，的确是历代相传，众所周知的，人们完全没有理由去怀疑它。此外，我们从第二十七章第八节时钟机械部分可以知道，后来几

---

① 例如八世纪徐坚《初学记》卷二十五第二页正面及第三页正面；《文选》卷五十六第十三页反面陆佐公《新刻漏铭》李善注（约660年）。参看《玉函山房辑佚书》卷七十六第六十八页；《全上古三代秦汉三国六朝文·全后汉文》卷五十五第九页正面。

② 参看前面第430页。

乎每一世纪都有一些天文学家或技术人员制成过类似的仪器。表31已经说明了这一点①。这些浑仪看来也都是置于室内，用来和观测用仪器所得的数据作比较的。这一切都是公元723年左右一行和梁令瓒发明第一个擒纵器之前的情况，自那时以后，演示用的浑仪和浑象仍继续使用动力来运转，直到耶稣会传教士入华时仍然如此②。因此，从八世纪初起，这种仪器正是以巨型天文钟的形式，走在欧洲十四世纪第一具机械时钟的前面③。在八世纪之前，人们只能说它们是机械化了的太阳系仪或动力运转浑仪，是为了粗略计时而设计的，兼有演示和计算这两种用途。实际上，

① 应该注意到三国时吴国葛衡（260年前后）、刘宋时代钱乐之（436年）、梁代陶弘景（520年前后）、隋代耿询（590年前后）等人的工作。有些人（例如耿询）显然是采用了密室的设备（参阅第二十七章第八节）。

② 从979年张思训以水银为动力的器械起，到1090年苏颂的大型浑仪和1276年左右郭守敬的浑象仪为止，宋、元时代制成过不少这类器械。

③ 我们借此机会声明，我们以前关于"钟表装置……完全是十四世纪早期欧洲的发明"（本书第一卷第551页）的说法是错误的，详见 Needham, Wang & Price (1)。使用轴叶擒纵器的重力传动机械时钟是十四世纪在欧洲发明的，可是，中国在许多世纪之前，就已有了装有另一种擒纵器的水力传动机械时钟。

中国的浑仪在长期的发展过程中，往往形式上是天文观测仪器，而本质上却是时钟装置。因为从张衡的时代起，天文技术人员就一直想做出一种缓慢旋转的传动轮，以便达到与天上的周日视运动步调一致。到八世纪初以后，这一难题实质上已解决了。这里自然就产生了一个问题：张衡及其后继者为什么要设计这样的传动轮呢？

《尚书纬考灵曜》的成书年代和张衡在世的年代不相上下，其中有一段话令人很感兴趣：

> 观察玉制仪器的运动，由日出和日没来定时间和季节，这意味着恒星上中天的校准。如果测算用的浑仪指出某一恒星上中天，而这个恒星实际上还没有上中天（太阳的视位置却被正确地指示出来），这就叫做“急”。当出现“急”的情况时，太阳超过了它的度数，月亮却达不到它所应达到的宿。如果恒星上中天，而浑仪还没有达到那一点（太阳的视位置却被正确地指示出来），这就叫做“舒”①。

① “急”和“舒”等术语当然也曾用于表示行星运动的加速或减速状态，可是从后面第544页可以看出，在这里它们和加速、减速之义完全不同。

当出现"舒"的情况时，太阳还没有达到它应达到的度数，月亮却越过它的正确位置而到了下一个宿。如果恒星上中天和浑仪是同时的，那就叫做"调"。这时刮风下雨都能及时，青草树木都会茂盛，五谷都会丰收，并且万事顺利。①

〈观玉仪之游，昏明主时，乃命中星者也。璇玑中而星未中为急；急则日过其度，月不及其宿。璇玑未中而星中为舒；舒则日不及其度，月过其宿。璇玑中而星中为调；调则风雨时，庶草蕃芜，而五穀登，万事康也。〉

这一段话为给我们提供了两种浑仪的区别：计算用的置于密室，观测用的置于露天的灵台。汉代天文学家和他们的前辈或后继者一样，十分关心星辰显现方位和太阳与月亮显现方位之间的所有分歧和差别。从许多古代资料来看，事情很可能

① 《隋书》卷十九第十三页反面，由作者译成英文。这段文字后来有一次在被引用时(《古微书》卷二第二页反面)，意思完全被颠倒了，即认为"急"和"舒"是指星辰，而不是指仪器。马伯乐 [Maspero (4), p. 338] 因此误以为这整个安排是属于占星术性质的。然而事实恰好相反，其用于历算的意图是明显的。普赖斯博士把这一点解释明白了，我们十分感激。

是这样[1]：在浑仪中，用一些小球体代表太阳、月亮和行星，它们附于浑仪或浑象的某处，但能在上面自由移动[2]，这样，室内的计算者即可调整这些小球的位置，使它们与历书上的预测相合。如果他所报告[3] 的恒星上中天或别种运行与室外观测者所看到的不相符，就可以在历法计算中进行修正。

苏颂1092年在《进仪象状》中引用汉代纬书这段话之后，接着说[4]：

> 从这里我们可以得出结论说：使用仪器进行天文观测的人们，不但可以进行正确的历法制订，使一个好的政府能够及时颁发政令[5]，并且可以预见国家的祥瑞和灾难，研究

① 例如《宋史》卷四十八第三页反面开始关于张思训的记载，《旧唐书》卷三十五第一页正面那一节，《宋书》卷二十三第八页反面那一节，《隋书》卷十九第十七页反面开始关于钱乐之的记载。

② 例如，把小珠穿在线上。我们知道，1090年苏颂在他的浑象上曾用过这个方法(《新仪象法要》卷上第四页反面)。

③ 《晋书》有两处说，室内的计算者先宣唱报告。

④ 见《新仪象法要》卷上第五页正面，由作者译成英文。

⑤ 这是指农业社会的行政管理。

丰收和歉收的原因。

〈由是言之，观璇玑者不独视天时而布政令，抑欲察灾祥而省得失也。〉

这段话合理地解释了预测灾祥的重要性，令人颇感兴趣;在中古时代,一般人自然地都把预察灾祥当作天文学家的工作。苏颂说,他们在某种程度上是能够预言未来的,因为他们知道,如果历书编订准确，农事完全按季节进行,那末,除非发生特大灾害，自然会获得丰收。中国中古时代的浑仪和浑象无论装有擒纵器与否，都在或快或慢地转动着,经过了多少个暴风雨的夜晚和阴霾的白天,如果完全否认它们在占星术上的作用，那未免太不明智了。我们在讨论时钟机械发展史时[①]还要进一步证明，人们曾经相当重视星辰在想像中的位置。如果一个由某颗星代表的小孩所处的地位使他日后有可能被立为太子,那末,知道这一点便会在国家大事中起一定的作用。因此,特别是在八世纪初发明擒纵器之后，皇室对设在宫中的旋转不停的天球(天文钟)感到兴趣,是毫不奇怪的。

① 参看本书第二十七章第八节。

人们在这里不能不想到，磁罗盘也是中国的发明(后面在适当的地方将再讨论)①;在地球上正常存在的方位标志1)暂时隐没不见的地方，罗盘便成了为人类指示方位的另一种工具。我可以这样认为，这些发现都说明，中国的精神离不开有机的宇宙模式。我们曾经听说过："凡理之所在，东便是东，西便是西"②。如果在时间和空间中可见的宇宙结构忽然隐没了，那末，不是还有可被人类智慧揭露和利用的看不见的力场继续存在吗？

关于时钟和它的前身，就谈到这里为止。可是这些古书的记载之中，还另有一重要之处被所有汉学家所忽视了。浑仪在用作计算仪器而置于密室内时，是不需要加装窥管的；可是我们竟发现一条记载，说有一架浑仪装有窥管，并且是精心设计，利用水力运转的。这里只有一个明显的目的，有经验的天文学家可以一望而知③。这种动力装

① 参看本书第二十六章第九节。

② 参看本书第十九章第十一节。

③ 承友人斯特文森（W. H. Steavenson）博士协助，才弄清楚这一问题。

1) 指日、月、星辰这些可借以测定方位的天然标志。——译者

置相当于现代望远镜上的时钟机械，它可使沿周日视动圈移动的恒星保持在视野之内。转动必须缓慢而且稳定，每小时恰为15°。如果公元1090年在开封制成的观测用水运浑仪是为了达到这个目的，那末，它便是远早于欧洲同类装置的一项发明。在欧洲，罗伯特·胡克在1670年才第一次建议制造自动调整的钟机传动望远镜①，这一建议直到望远镜的焦距逐渐缩短，从而可以采用准确的赤道装置时，才得到实际采用。第一具有效的钟机传动装置(1824年)是和方和斐 (Joseph Fraunhofer) 的名字分不开的②。

开封的水运仪象台是苏颂和他的一些同事在1088年至1090年之间建成的③，他记述此台的书《新仪象法要》于1092年进呈给皇帝。这是一座双层建筑，上有平台，总高度约三丈五尺。底层安放动力装置，有一个称为"枢轮"的水轮，承接着从恒定水位漏壶中流出的水，并由擒纵器（天关、天

① 参看 Andrade (1)。

② 参看 Houzeau (1), p. 949; von Rohr (1), p. 124; F Meyer (1)。

③ 参看图162。

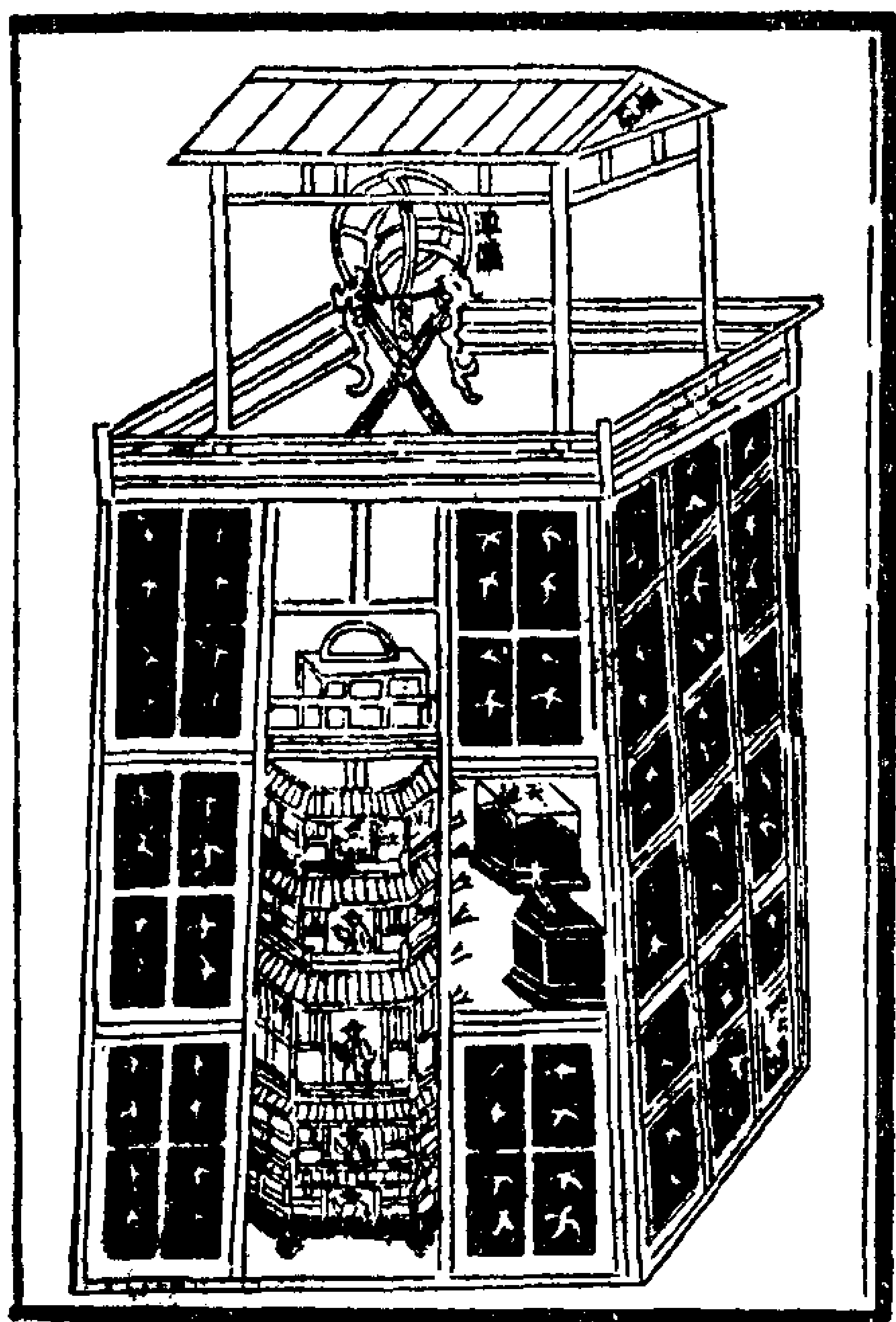


图 162 水运仪象台全貌。公元1090 年苏颂及其同事建于开封。顶上的平台高出地面三丈五尺,装有机械化的浑仪;第二层室内装有机械化的浑象;下层是水运时钟机械的正面,有若干木偶在木阁各层门口报时。采自《新仪象法要》

锁)加以控制。可以看到,台内有五层木阁,门口各有巧妙的木偶(司辰)出入报时,有的手执示牌,有的敲击钟鼓。在这些机关之上,即台的第二层,

置有浑象,附有可调整的星辰模型,自动运转。最后,有一根装置适当的传动轴,通过这一层,上与露天观测台上浑仪的中央支柱相连,使浑仪的内重(四游仪)转动。浑仪附有窥管,这说明它确实是意在对准恒星的。把浑象置于下层的密室中,把浑仪置于上层的露天平台上,这完全是有意按照很久以前张衡的先例安装的。对于浑象室仪起计时作用这一点,我们没有理由感到意外,可是苏颂为什么要把浑仪装上机械装置,初看却似乎有些费解,因为水运仪象台的落成比照相底板的发明约早八百年。现代用照相底板记录外层空间的微弱光线时,为了抵消地球的自转,摄影机是必须精确地缓慢转动的。

苏颂的钟机传动的精确度当然并不高。大致要五分钟才向前猛跳一次。工作一夜之后,误差恐怕不会小于2°,看来还不如用肉眼估计来得好。我们知道,中国天文学家甚至在追踪暗星时[①],也不会让它们迷失在列宿中。不过话又得说回来,

① 中国古代天文学家对某些暗星很感兴趣;参阅前面第155页。

对这个重达二十吨以上的仪器进行准确调整的困难，是不能估计过低的。苏颂在《进仪象状》中曾经暗示过，这些困难曾引起不少麻烦：

> 我认为，浑仪和浑象的装法和原理，自古以来就有详细的度数和测法。可是天文官员和历法官员始终有不同的意见而互相辩论，这是因为现在的仪器已和古代的不符合，所用术语的概念又不一致。至于用于观测的仪器，需要人手去运转它们，而人手有时太快，有时太慢，所以浑仪的运动速度出现了差距。各人所得的读数有大有小，得不出确定的结论。①
>
> 〈臣窃以仪象之法度数备存。而日官所以互有论诉者，盖以器未合古，名亦不正。至于测候须人运动，人手有高下，故躔度亦随而移转。是致两竟各指得失，终无定论。〉

这些话使我们知道，装置机械的目的（至少有部分目的），是在夜间进行观测时对浑仪起粗调作用。这样，精调即可借杠杆作用进行得比较准确。当

① 《新仪象法要》卷上第一页反面；由作者等人译成英文。

然，如果运动比较连续一些，观测者在测恒星间的距离时，可在短时间内利用这种传动获得高精确度。因为在寻找并观测第二个恒星所需的时间内，如果浑仪在连续地转动着，这样做便能抵消地球的自转，对绘制星图大有帮助。但是，由于传动显然是不连续的，这种作用看来是达不到的。

不过，这个仪器的另一功用有理由受到重视。苏颂本人曾经说过，当天体运行时，可使它自动地保持在窥管的视场以内。他说，白天可使太阳常在窥管窍中[①]:

> 我们的浑仪可用来观察三种天体(太阳、月亮和星辰)运动的度数。将黄道圈用单环的形式加上去[②]。单环正好把太阳分成两半。如果望筒一直朝着太阳，日光[③]就总照在望筒筒管之中。天每向西运行一周，太阳就向

① 《新仪象法要》卷上第四页反面；由作者等人译成英文。

② 这与苏颂关于改进后的黄道双环的记述相矛盾［《新仪象法要》卷中第十五页；参阅 Maspero (4), p. 314］，我们对此无法解释。也许这些环是可以取下互换的。

③ 这里原文为“日体”，我们译成英文时改为“日光”。

东移一度。这种装置是新的发明①。

〈浑仪则上候三辰之行度，增黄道为单环。环中日见半体。使望筒常指日，日体常在筒窥中。天西行一周，日东移一度。此出新意也。〉

我们可以想到，这种办法的目的是为了核对整个时钟的计时，尽管不论在《进仪象状》或苏颂的原

① 这是指观测用浑仪的机械化。这种用途特别令人联想到巴姆斯特德（Bumstead）的太阳罗盘仪，那是一种供飞机在不能使用磁罗盘时使用的仪器。1927 年前后，海军上将伯德（Byrd）曾使用这种仪器飞行于斯皮茨伯根群岛与北极之间，后来又飞行于该地与南极之间。这种仪器由一按赤道面装置的机械时钟构成，刻度盘上有指针，指针上装一垂直的针(表杆)，影子总是落在一个旋转方向完全相反的半透明板上。由于时钟只有一个指针，每 24 小时转一周，而时钟是装在可转动的刻度平经板上的，这样，罗盘的正确方位点容易确定——见休斯 [A. J. Hughes (1), pp 117, 118] 的简短叙述。当然，巴姆斯特德并不晓得苏颂，就像苏颂不会晓得他的这个远方的后继人一样，他们的目的当然也不相同。麦克马尼盖尔（McManigal）的日晷所用办法与此相似；他把时钟按赤道面装置，使表杆的影落在刻有 8 字形曲线的板上，作为校正时差之用 [Barton (1); Danjon (1), p. 7b]。这种日晷可追溯到十八世纪初德塞尔斯（Bedos de Celles）等人的工作。十八世纪晚些时候，哈恩（P. M. Hahn）、亚当（U. Adam）和恩格尔布雷希特（J. Engelbrecht）曾制成与麦克马尼盖尔相似而无动力装置的仪器 [Zinner (8)]。近代的设计显然和前面第 315 页所述汉代赤道日晷有密切关系。

书正文中，都无明显记述。仪器每转动了相当于水轮上一个戽斗的距离，这种跳动式的运动便使太阳光重新直射入窥管一次。

由此看来，苏颂在保持古代浑象机械化的传统的同时，还把它推广到上层的观测浑仪上去，并且在下层增设了报时的机械。当时，人们对钟机传动并不是都有信心的，在仪象台落成之前，有一位名叫许将的翰林，竟奏请另造一架不用钟机传动的浑仪来供观测之用①。当时显然已经决定要这样做，不过结果如何，就无从查考了。无论如何，许将墨守成规的反对意见似乎成为继续推行苏颂方案的障碍。三十六年后，金兵攻袭开封，北宋灭亡，苏颂的杰出的天文钟被金兵缴获了。后来，这个仪器虽然在北京重新装配，可是它的部件逐渐损坏，无法修复②。同时，南方则匠师星散，秩序紊乱，浑仪制作工艺停滞将近百年之久，人

---

① 这是1089年的事。参看《宋史》卷八十第二十五页正面那一节；这段文字有完整的英译文，见 Needham, Wang & Price (1)。

② 参看《金史》卷二十二第三十二页反面那一节；完整的英译文也载于上述专著中。

们的注意力已经转移到别的方面。也许是由于铸铜技术的发展，使苏颂浑仪的笨重结构失去了必要性，因而也就不需要利用机械动力来进行粗调了。

由此我们可以得出结论说，中国古代和中古代浑仪的机械化，虽然一般是用在演示或计算用的仪器上，可是和现代望远镜钟机传动的发明已经相近。苏颂把时钟机械和观测用浑仪结合起来，在原理上已经完全成功；因此可以说，他比罗伯特·胡克先行了六个世纪，比方和斐先行了七个半世纪。这就出现了一个问题：为什么我们没有听说欧洲古代和中世纪曾有过这种机械化的浑仪和浑象呢？其实答案已经有了：这是因为中国人坚持使用与西方黄道座标不同的赤道座标。难道用赤道式仪器自动演示恒星在赤纬圈上的等速视运动，不是比用黄道式仪器演示日月星辰在黄道上或黄道附近的复杂运动来得更自然和更容易吗？我们知道，天体每日视运动的真正路线是赤纬圈，从来没有一颗星沿着黄纬圈移动，黄纬圈是希腊人强加于恒星的。

恒星的周日视运动始终是人类最基本的天然

时钟，我们知道，张衡在二世纪时便把他的记述定名为《漏水转浑天仪制》。在西方的理论天文学中，给人印象最深的是行星在黄道上运行的学说，这便使类似的技术发展明显地迟滞了。当然，反基特腊机 (Anti-Kythera machine)① 和传重升降钟②1) 是有过的，可是黄道上的复杂运动带来了许多难于解决的技术问题，所以便不曾出现向时钟机械发展的真正进步③。另一方面，我们看到，机械时钟和机械化天文仪器是如何在中国共同成长的，它们事实上是在同一机械上结合起来的。这是特别令人感到兴趣的。这方面的发展的成果被欧洲分为两个阶段接受了。第一阶段大概是在十字军东征的时候，先向西方传播的是水力传动的

---

① 这是二世纪的一个天象仪的残存物；参阅前面第401页。见 Rediadis (1)；其他引证及记述见 Price (1)。

② 典型的希腊型浮式传动旋转日规。见 Diels (1)；Drachmann (6)；Price (4, 5)。

③ 这并不排除向时钟部件发展的一些技术进步，例如在十一世纪某些星盘上精细的齿轮结合。见 Wiedemann (13)；Price (1)。

1) 英文原文为 anaphoric clock，无现成译名。现根据后面第485页的说明，暂译为“传重升降钟”。——译者

机械时钟，到十四世纪初，它变成了较紧凑和较精确的悬锤传动金属时钟，并附有轴叶擒纵器。这纯粹是一种计时器，用普赖斯赞美它的话来说，它是“从天文学世界下凡的天使”。然后，差不多过了两个世纪，到1595年，也许受到东方某种影响的结果，第谷才放弃了古典的黄道座标，1678年，卡西尼采用了胡克1670年的建议①；由于沙伊纳(Christopher Scheiner) 1625年的工作②，开始有了望远镜赤道装置，这种装置最后得到詹姆斯·肖特 (James Short) 在公元1732年到1768年之间的改进，而达到完善的地步③。于是，方和斐才

---

① 参看 Daumas (1), p. 20。

② 沙伊纳 (Scheiner, 1575—1650年) 是一位耶稣会传教士，曾为谁最先发现太阳黑子的问题与伽利略发生过争辩。他把赤道装置归功于他的一位教友格林贝格尔(Christopher Grünberger)，参看 *Rosa Ursina*, 1630, Bk. III, pp. 347 ff.。有趣的是，他和先前的苏颂、后来的方和斐一样，把它用作定日镜。参阅 Bigourdan (1), p. 139; Danjon & Couder (1), p. 662; Daumas (1), p. 74; A. Wolf (2), p. 136 ff.; H. C. King (1), p. 41。沙伊纳的仪器复制图，见 Uccelli (3), p. 179。

③ 肖特 (Short, 1710—1768年) 在正文所述年份曾制成一套很好的望远镜；参阅 Daumas (1), p. 226, 232; H. C. King (1), p. 87。我们感激伊尔 (P. A. Jehl) 先生，他提醒我们注意沙伊纳和卡西尼先前的工作。参阅 Chauvenet(1), p. 367。

能在不知过去历史的情况下，追随了苏颂的前例，从而把西方的钟机这个“下凡的天使”重新送回天文学的世界。在这个天文领域中有许多东西是起源于中国的，可惜它们在中国并没有全部传留下来。

(iv) 赤道式装置的发明

关于南宋的浑仪，我们了解得很少，可是十三世纪郭守敬的一些仪器至今还在①。若干年来，它们一直被保存在南京东北郊中国科学院紫金山天文台②。这些仪器制于元代，直到1600年耶稣会传教士入华时仍然在使用。利玛窦曾提到过它

① 1946年作者曾亲自审视其中两具，感到十分高兴。耶稣会传教士入华之初，有一些仪器是保存在北京的。但义和团之役以后，其中一具曾被德军抢去，运往德国波茨坦，后来德国政府被迫把它归还中国。这一具元代浑仪以及其他同时被掠的耶稣会传教士监制的仪器，曾在波茨坦被拍摄成精美的照片，载于米勒[R. Müller (1)]的著作中。

② 现存的仪器是否确为郭守敬所监制，尚无法肯定，因为我们知道，1437年皇甫仲和曾制成过一些精确的复制品。参看《明史》卷二十五第十五页正面那一节。1956年4月间这些仪器仍在紫金山，但估计它们会迁到北京天文馆去。

们，下面是他的话①：

除京师外，南京亦设有钦天监观星台。此台以建筑宏伟著称，非关司天者之技能也。彼等不学无术，除墨守成规以推步历法外，他无所事。如计算有误，则佯称所推得者乃事理之常，而星辰出没失序，乃天将降祸福于人，以此谬说巧为掩飾。彼等于利瑪竇神父不甚信任，盖恐揭其所短；及顾虑消除，乃走访神父，冀有所获益。其后神父回访观星台，见确有所革新，颇出意想之外。

城之一隅有小山岗②，然仍处于城墙之内。上有平台，宽阔宏敞，颇适于观测之用。四周屋宇壮丽，乃昔年所建。司天者夜夜鹄

---

① 参看 Opere, ed. Venturi, vol. 1, pp. 24, 315; Fonti, ed. d'Elia (2), vol. 2, pp. 56 ff.。后经金尼阁[1] (Trigault) 增补 (1615年)，译文见 Yule (1), vol. 1, p. 451; Gallagher (1), pp. 329; Bernard-Maître (1), p. 59; Wylie (7), p. 14。这些文献中的讹误之处，这里已作了必要的订正。

② 即北极阁，山顶上现设有中国科学院的气象研究机构。在紫金山的同一支脉上(可俯瞰玄武湖)有鸡鸣寺，是佛教徒梁武帝虔诚绝食以至于死的地方。

1) 金尼阁在本书第一卷中译为特里哥特。——译者

立于此，以察天象，无论星陨、彗孛，皆详记奏闻。所陈仪器皆铸以青铜，制作精美，装飾华丽，其宏伟雅致非欧洲所能匹敌。且诸器屹立于此垂二百五十年[①]，几经风霜雨雪，迄无所损。

主要仪器有四。其一为球形，有平行圈、子午圈密布其上，形体之大可逾三围，置于作轴承台用之青铜方柜中。柜旁有小门，可入内操纵之。惟球面上既无星象，复无地图，如非有意使其可兼充天球、地球之用，则当系尚未完工之故[②]。

其二为巨型浑仪，径广不下俗所谓一庹，即两臂张开之长。上有地平圈及二天极。圈非整体，而为双环，双环之间有间隙，其效

① 较正确的估计应当是三百五十年。

② 图线已失去或已模糊，可能由于仪器受到风雨的侵蚀超过了利玛窦的想象，根据后面即将说明的理由，郭守敬的球形仪器无疑是个天球。它的“平行圈”确实不是按西方的理解平行于黄纬圈，而是平行于赤道的赤纬圈。金尼阁的改写本给人的印象是，球体是以手推动的；但利玛窦的意大利文原本则明显地指出，小门是为了调整仪器而设——大概是使用水力。

用与西方浑仪之环相同[①]。各环皆分为三百六十五度又二十五分。中间无物以象地，而有状如枪管之望筒，可旋转至任何经纬度以观测恒星，作用正如吾人之瞄准器（vane sight)[②]——此诚为一不寻常之器件。

其三为圭表，高倍于前器之径，直立于南北向大理石长板上。四周围以水渠，以便取平。晷针垂直树立，如日晷然[③]。石板及晷针皆有刻度，以此量度分至影长，当至精确。

其四，即最后一具，乃其中最大者，似由大星盘三、四具拚合而成，各盘直径可达一庹。此仪既有界衡，又有窥衡。一盘斜置于南面以象赤道；另一盘直立于水平面上，神父曾误以为子午圈，而此盘固可绕自身之轴而旋转者；复有一盘置于子午面上，具垂直轴，似表示一垂直圈，然此轴亦可以垂直方向

① 窥衡（望筒）置于双环之间。值得注意的是，利玛窦对这种装置不熟悉。

② 金尼阁本作"pinnulis"。

③ 金尼阁本作"et stilus eo modo quo in horologiis ad perpendiculum collocatus"。

任意旋转。此外,各盘均有刻度,以凸起之(金属)钉为标志,如此则夜间暗中摸索,即可知其度数。此复合星盘① 仪全部置于大理石座上,石座四周有水渠以取平。

诸仪器均以汉字为说明,并镌有二十八宿,与西方十二宫相应。惜有一讹误之处:北极出地均作三十六度,而南京之纬度实为三十二度又四分之一。故诸仪器似在他处制成,后由不晓历算者移至南京②,而未察其地之位置也。

数年后,神父于京师见若干仪器,与前所见浑如出于一人之手。据云,乃蒙古人统

① 利玛窦在这里使用“星盘”(astrolabii)一名,当然完全错误,并且会引起误解;但他只是在写一篇粗略的记述罢了。他所看到的仪器和星盘毫无关系。

② 这一点现在可以立即加以澄清。1200年前后,耶律楚材在山西平阳(今临汾,纬度略超过36°)创办天文所1),制成仪器一批。利玛窦所看到的即属于这一批。到明代科学衰微时,这批仪器被运往南京。《元史》卷四十八第十二页反面那一节以“四海测验”为题刊载了二十五个重要地点的纬度,可见郭守敬时代的天文学家很了解纬度的重要性,也可见其中某些地点一定置有天文仪器。参阅 Gaubil (2), p. 110。

1) 《元史》卷一四六的记载作“经籍所”。——译者

治中国时所铸。然则谓为通西学之异邦人所为，或非轻率之论[1]。

由此看来，尽管利玛窦曾以排挤同时代的中国人为策略，从而对他们采取轻蔑态度，并对仪器的来源冒然作出非常错误的猜测，可是元代的天文仪器却给他留下深刻的印象。

关于元代太史院重新置备仪器（1276—1279年）的情况，我们是从中国的可靠文献中了解到的，其中当然包括《元史》[2]。《元史》中列有下列仪器[3]：

(1) 玲珑仪　精巧的浑仪(图 163)，即利玛窦所说的第二件。

(2) 简　仪　简化的仪器(图 164 及 165)，即利玛窦所说的第四件[4]。

(3) 浑天象　天球仪[5]，即利玛窦所说的第一件。

---

① 这种臆测制造者为欧洲人之说，简直不值一驳。

② 《元史》卷四十八第一页正面及卷一六四第五页反面那一节。伟烈亚力 [Wylie (7)] 有部分译文，并加注释，他所根据的还有《续弘简录》、《畴人传》等。

③ 《元史》这两卷所列顺序不同；这里是重新排列的。

④ 见《元史》卷四十八第二页反面。

⑤ 见《元史》卷四十八第五页反面。参阅后面第 502 页。

(4) 仰　仪　仰望的仪器[①]，即大小介于前面第301页所述仰釜日晷和印度较大的贾伊普罗卡斯仪之间的半球式日晷。

(5) 高　表[②]　无疑是指四丈长表，特别是置于阳城的，前面第288页已提到过[③]。

(6) 立运仪　垂直旋转的环，即利玛窦所描写的简仪的垂直环，见图163及165。它与下述的正方案构成一种仪器，相当于现代地平经纬仪和经纬仪[④]。

(7) 证理仪　不清楚究竟是什么仪器，可能是玲珑仪的部件，用以测定日月接近黄道的精确位置，用途大致如此。也可能是黄道式装置的望筒(即窥管)。

(8) 景　符　定影像的器件[⑤]。前面第292页已有说明。

---

① 见《元史》卷四十八第六页正面。德理贤[d'Elia (2)]提出这应当是圭表，但这里的描述排除了他的说法。这是一个直径12尺的大钵。

② 见《元史》卷四十八第八页反面。

③ 利玛窦所说的第三件仪器应为习见的八尺圭表。

④ 参看 Spencer-Jones (1), p. 83。

⑤ 见《元史》卷四十八第九页反面。

(9)	阕　　几	观测桌[1]。显然是改装的圭表和景符，用于测月影。
(10)	日月食仪	观测日食和月食的仪器，形状不详[2]。
(11)	星　　晷	难道这不可能是十六世纪夜间辨时器的先驱吗？（参看前面第398页。）
(12)	定 时 仪	可能是简仪的周日圈，也可能是星晷的别名。
(13)	正 方 案	定方向的桌[3]。应当是平经圈，也可能是简仪的"地面座标圈"。
(14)	候 极 仪	似乎是简仪上的极窥管，上附"定极环"。
(15)	九 表 悬	九个悬挂着的指示器，情况不明，似与悬挂的铅垂线有关，可借以检定仪器（特别是圭表）的准确度（参阅前面第263页）。
(16)	正　　仪	用途不明。
(17)	座 正 仪	用途不明。

---

① 见《元史》卷四十八第十页正面。

② 这可能是阿拉伯作家所记述的可调节的窥衡，用于确定偏食时可见圆面的直径［参看 L. A. Sédillot (1), p. 198］。

③ 见《元史》卷四十八第七页反面。

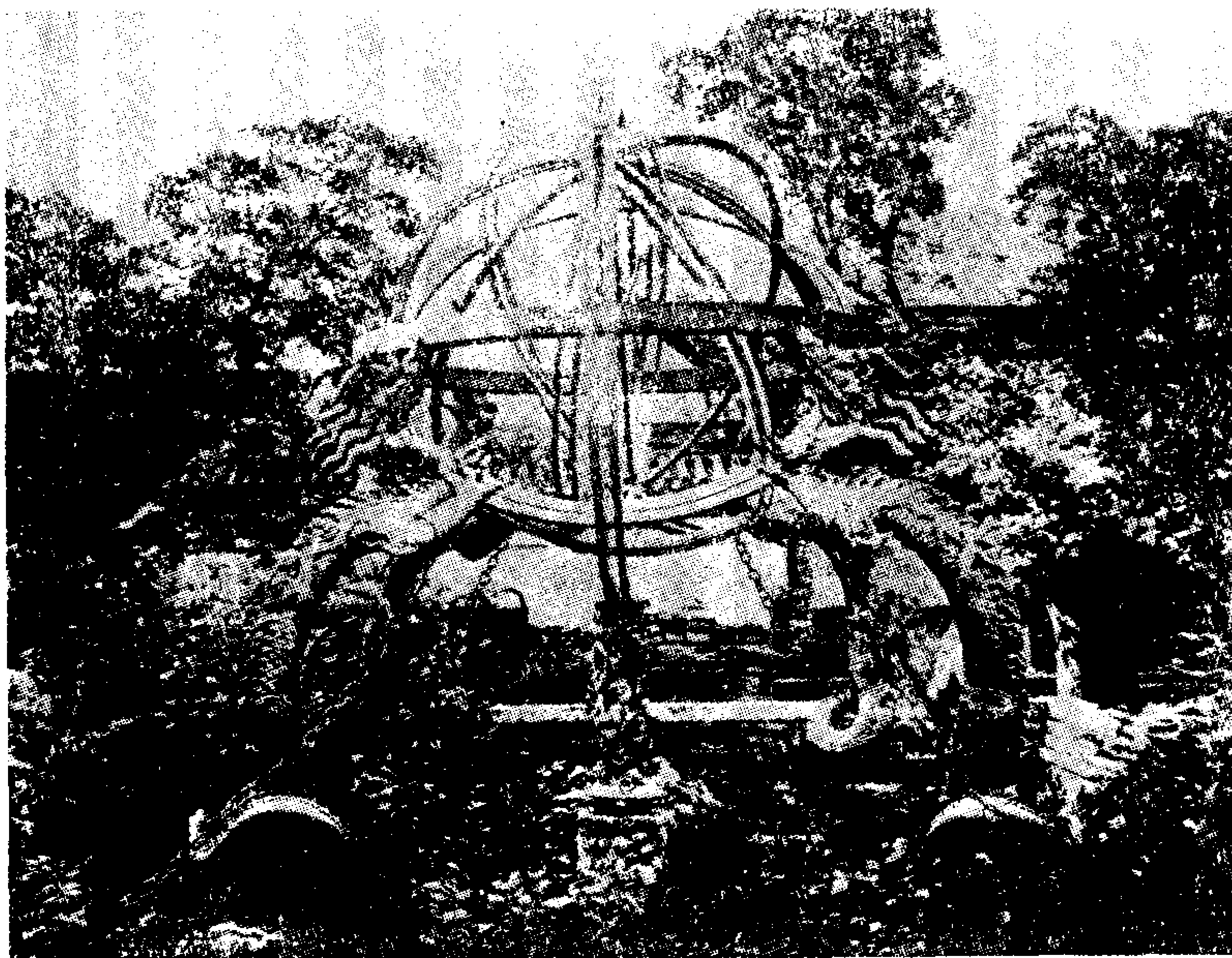


图 163　郭守敬 1276 年的赤道式浑仪，由皇甫仲和于 1437 年仿制，自北向南摄于北京旧观象台（汤姆森摄）

我们撇开那些不重要的和资料不足的仪器不谈，主要谈论一下大型浑仪(1)和简仪(2)。关于前者已不需要作更详细的叙述，因为它虽然比 1090 年苏颂所用的仪器更为精密，但是并没有什么根本区别。可是关于后者，也就是被利玛窦当作装在几个轴上的一套星盘的那一座，却有新奇之处。我们不妨把它看作中世纪“黄赤道转换仪”

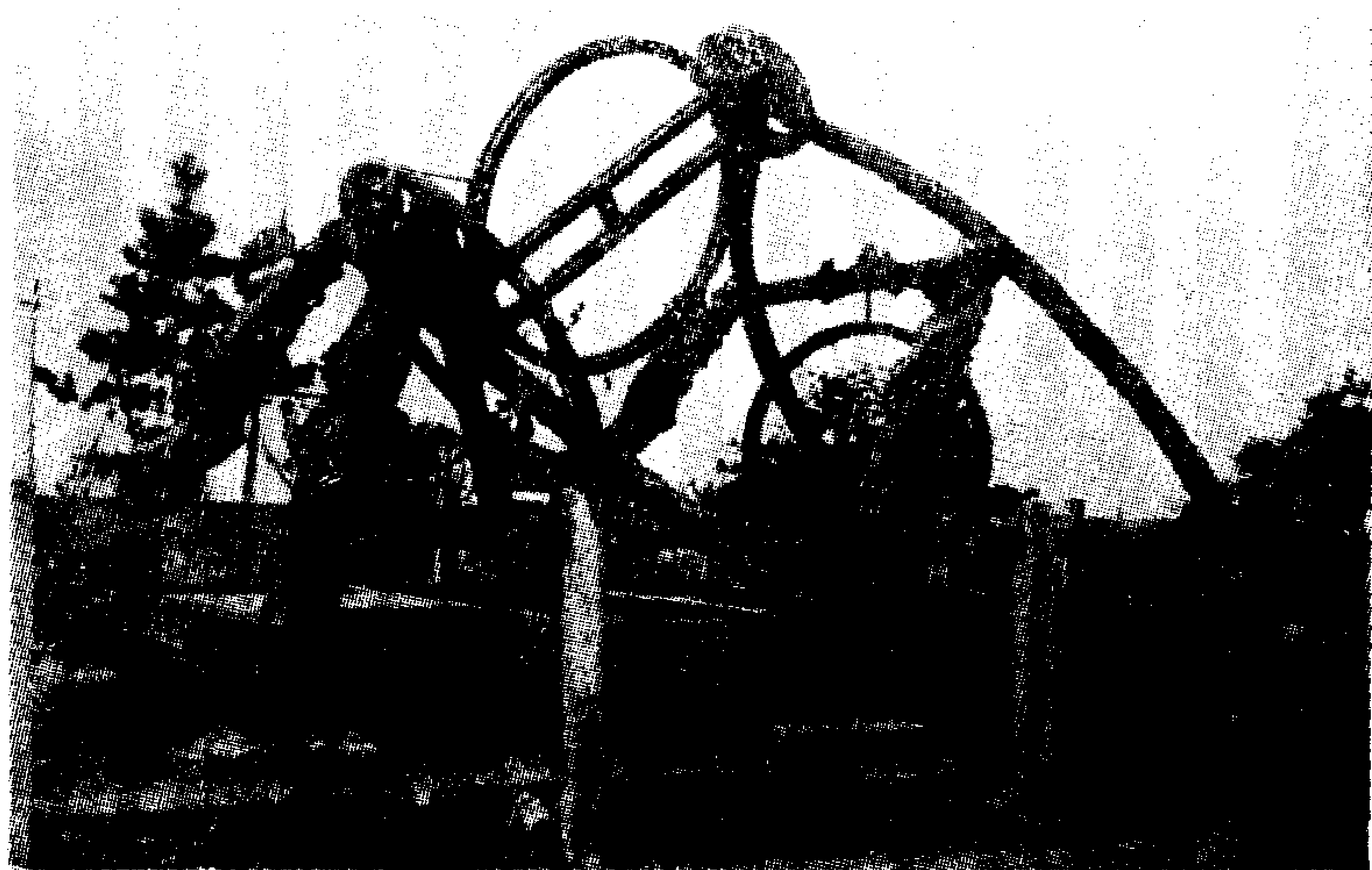


图 164 现代望远镜赤道装置的前身——1270 年前后郭守敬设计的简仪。图中的仪器似为皇甫仲和的仿制品。照片摄自东南方,底座长一丈八尺、宽一丈二尺,装置望筒(窥衡)的赤纬环直径长六尺,由此可以推想到全仪的大小(中国科学院摄)

(torquetum)① 的简化品。这种转换仪由一系列的圆盘和环构成,却不像浑仪那样装置成同心的圆环。阿拉伯和欧洲的仿制品是这样:有一个顺赤道面装置的圆盘,另一顺黄道面装置的转盘和它交叉着放置;转盘上附一黄纬圈,和它本身垂

① 应该注意,torquetum 是黄赤道转换仪,triquetrum 是长尺;参看后面第 477 页。



图 165　从南面看的郭守敬简仪,在上方可看到附在"规环"上的"定极环"及其十字距和中心孔(中国科学院摄)

直①。此外还有半圆盘(度盘)和铅垂线,是为测量高度而设的。这种仪器大概主要是用在计算方面,因为它可以直接使黄赤道座标互相转换,也可供其他对照之用。 发明这种不灵便的仪器的人,

---

① 参看 R. Wolf (1), vol. 2, p. 117; Houzeau (1), p. 952; Gunther (1), vol. 2, p. 35, 36; Anon. (25), p. 18, no. 348, opp. p. 30; Rohde (1), pp. 79 ff.; Michel (12), p. 68, pl. XIII。米歇尔 [Michel (13)] 的叙述是最好的说明之一,他告诉我们,沃林福德 (Wallingford) 的 Rectangulus 是一个雏形黄赤道转换仪。冈瑟 [Gunther (1), vol. 2, p. 32] 并不知道它的性质。

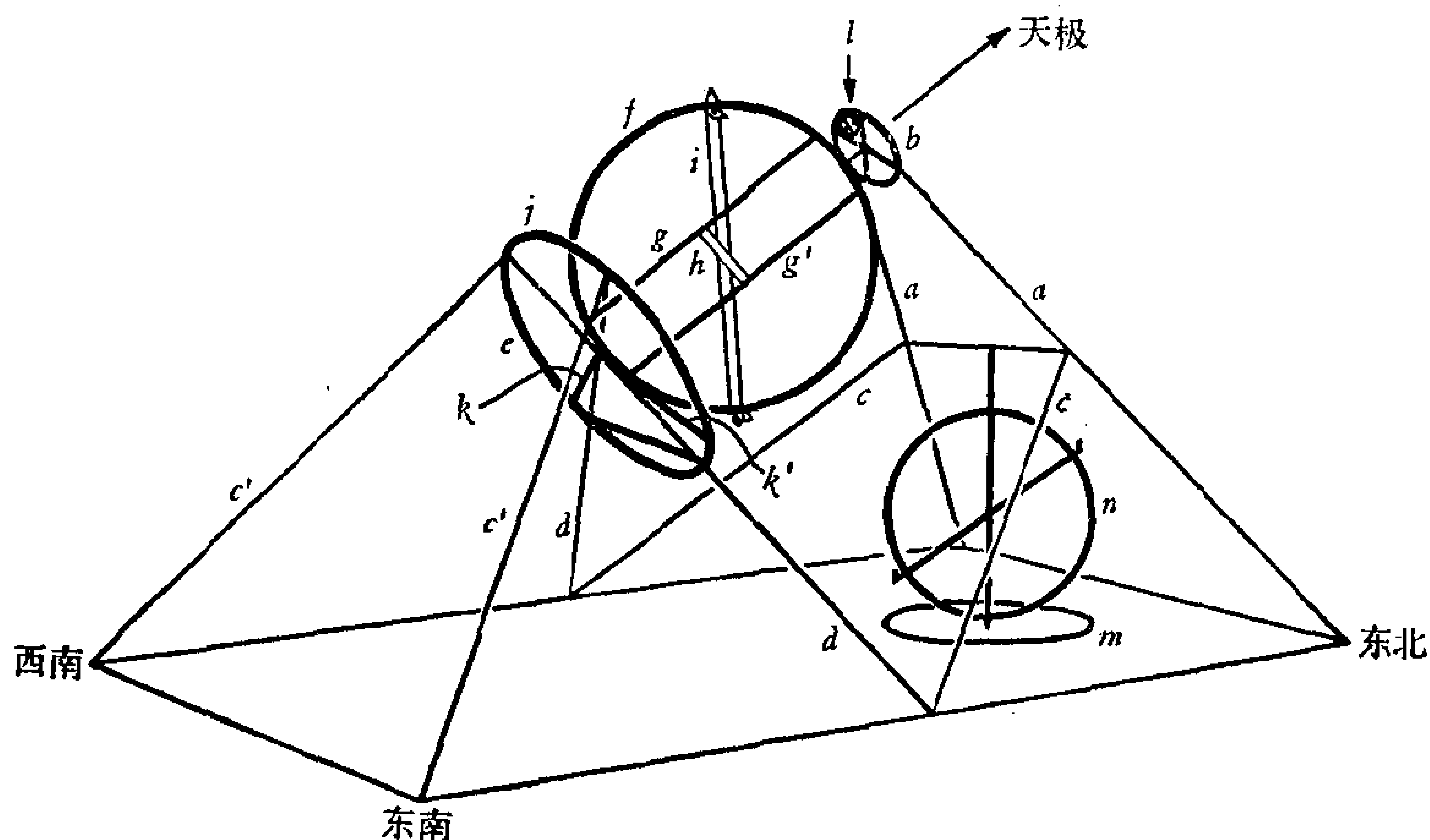


图 166 郭守敬简仪(黄赤道转换仪)的图解,从东南方观看,以便与图 164 比较。 图中 *a*, *a*——北极云架; *b*——规环(直径二尺四寸,固定着); *c*, *c*, *c'*, *c'*——龙柱; *d*, *d*——南极云架; *e*——百刻环[刻有十二时辰及一百刻,每刻分为三十六分,环上北面有四个圆轴,使它所承的直径六尺四寸的赤道环(*j*)便于旋转]; *f*——四游双环[直径六尺,两面都刻有周天度和分,附有窥衡(*i*),以便测量去极度]; *g*, *g'*——直距; *h*——横关(以上两项都可防止变形); *i*——窥衡(为精确起见,两端作圭首形,各有侧立横耳); *j*——可以转动的赤道环(直径六尺,细刻列宿及周天度和分,中间由十字距加固,与四游双环同); *k*, *k'*——界衡(可动独立径向指针,有无横耳不详,从名称看来,是用以划定列宿边界的); *l*——定极环(直径六度,附于规环上部,见图 165; 中间有斜十字距,距中心有孔,可通过连在南极云架上的铜板小孔进行观测; 它似乎仅用于测定北极星上中天的时刻; 主要极轴通过百刻环、赤道环及规环的中心,也有小孔,从而成为窥衡); *m*——阴纬环(固定地球座标平经圈); *n*——立运环(测高度的环,垂直旋转,附窥衡)。《元史》卷四十八第二页反面有关于此仪器的描述,译文见 Wylie (7)

一般认为是马拉加的纳速剌丁·徒思①。他与郭守敬同时，但生年略早些。但是，更可能的发明人是西班牙穆斯林贾博·伊本·阿弗拉（Jābir ibn Aflaḥ②，生于1130年左右）。当波斯马拉加的天文学家们使用它的时候，欧洲人也在使用[Thorndike (3, 4)]，1540年左右，玉山若干（J. Regiomontanus）和阿皮亚尼斯撰写了论转换仪的专文③，不过第谷并不重视它④。后来，除印

① 参看 Sarton (1), vol. 2, p. 1005。亦可参阅本书第一卷第七章第十节(第476页起)。

② 参看 Sarton (1), vol. 2, p. 206。亦可参阅 Repsold (1); Mieli (2), vol. 2, p. 144。

③ 欧洲现存最古的转换仪实物，是1444年库萨的尼古拉[1]（Nicholas of Cusa）所购得的[见 Hartmann (1)]。尼古拉在他的故乡摩泽尔河谷特里尔附近的库斯地方建一慈惠院，仪器现存该院图书馆（见图167）。另外还有一些转换仪存于慕尼黑的德意志博物馆，贺尔拜因[2]（Holbein）的名画《大使们》的背景上也画着一个转换仪。

④ 参看 Raeder, Strömgren & Strömgren (1), p. 53。

1) 库萨的尼古拉（Nicolaus Cusanas, 1401—1464年），文艺复兴时期德意志哲学家，枢机主教，主张人类只能在经验中研究自然，后来对自然科学的兴起，产生不小的影响。他的主要著作有《论真知之无知》。——译者

2) 贺尔拜因（Hans Holbein, 1497—1543年），文艺复兴时期德意志肖像画家，曾画了许多新兴资产阶级代表人物的肖像。《大使们》是他的名画之一。——译者

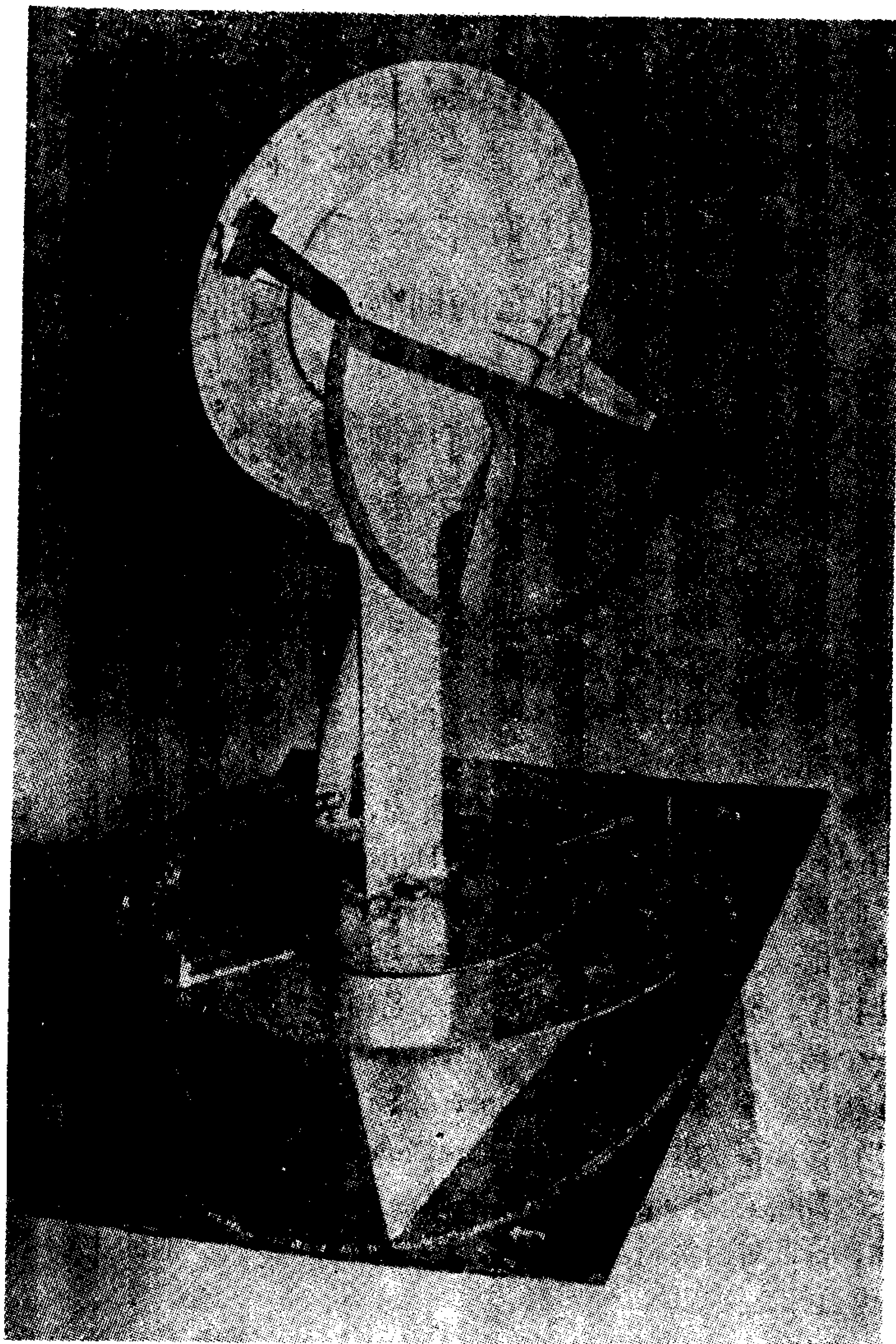


图 167 黄赤道转换仪。此仪 1444 年一度为库萨的尼古拉所有，现存特里尔附近库斯地方他所创办的慈惠院图书馆中

度人把这种阿拉伯仪器留传下来以外，再也没有人用它了。印度斋浦尔地方至今还有一座大型的转换仪，就是所谓黄赤道转换仪［Krāntivṛitti valaya yantra①，图168(1)］。

郭守敬的简仪最使我们感兴趣之处是：虽然可以认为，它作为"拆散了的浑仪"，是和黄赤道转

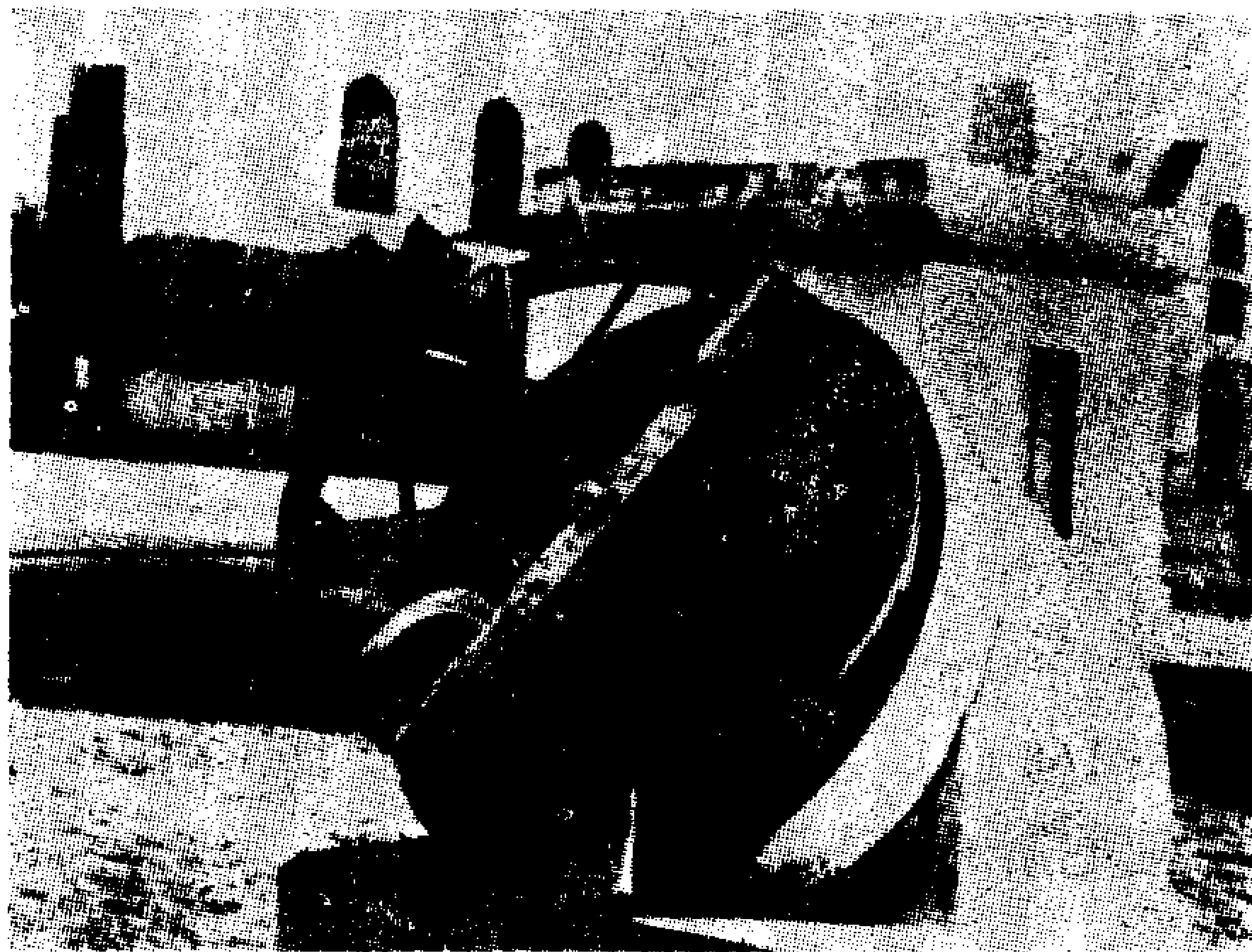


图168(1)　印度的黄赤道转换仪，现存斋浦尔的贾伊·辛格天文台。此仪已不完整，但赤道面和黄道面仍可看出(凯伊摄)。参阅前面第300页

① 参看 Kaye (5), p. 32, 33, fig. 58; Soonawala (1), p. 38。现在这个仪器已缺一些部件。

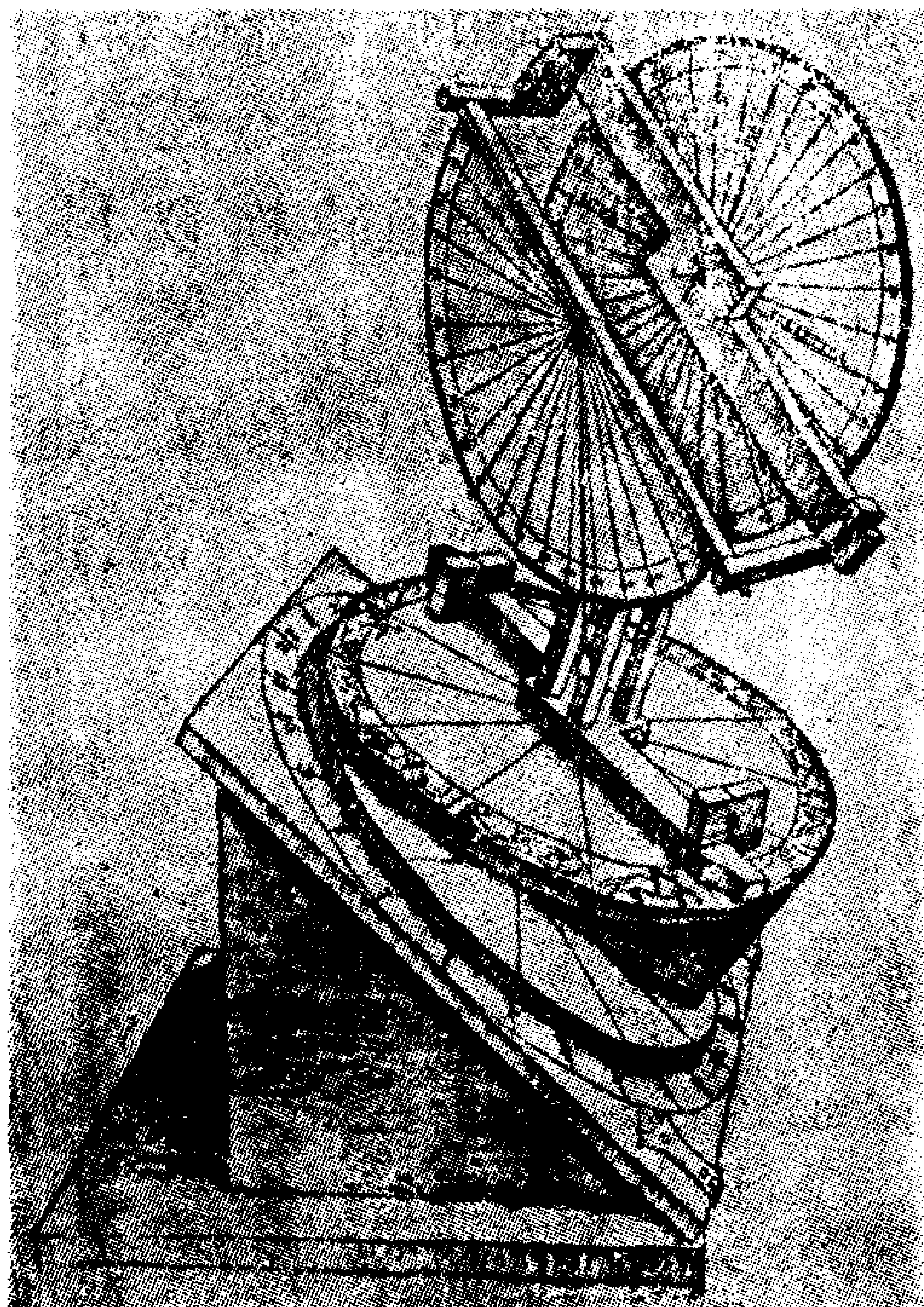


图 168 (2) 公元 1540 年佩特律斯·阿皮亚尼斯的黄赤道转换仪

换仪有关的，但它实际上却是纯赤道式的（见图 166)。它之所以被称为“简仪”,无疑是因为被去掉了黄道部件。这说明这种仪器的结构或许曾受过来自阿拉伯的影响，可是郭守敬为了使它适合中国天文学的特点，已作了修改，即改用了赤道座标

系。对于现代望远镜广泛使用的赤道装置(参阅图170)来说，郭守敬的做法实在是很早的先驱。我们在这里又一次看到，中国人坚持使用后来通行世界的赤道座标系，因而我们就不能不思考一下，究竟是哪些影响促使第谷抛弃那种作为希腊-阿拉伯-欧洲天文学的特点的黄道座标系。

但是，在对这一问题进行研究之前，首先应当探讨一下阿拉伯对元代天文学家的影响[①]。由于哈特纳[Hartner (3)]、薮内清(5)和田坂兴道(1,2)[②]

---

① 瓦格纳(Wagner)曾记述当时保存在俄国普耳科沃天文台的两种有趣的手抄本，一种是阿拉伯文或波斯文，另一种是汉文。它们都是从1204年算起的日月和五大行星运行表；写于1261年前后。因为它们可能是札马鲁丁与郭守敬合作的遗物，确实很可宝贵。在第二次世界大战中，这座天文台虽被焚毁，希望这些手抄本不致成为灰烬。我们在本书第一卷第487页曾提到一种公元1363年的手抄本。此抄本现藏巴黎，是用阿拉伯文写的天文学论文，内有月离表，附蒙古文旁注及汉文标题页。它是撒麻耳罕第('Aṭā ibn Aḥmad al-Samarqandi)为元代镇西武靖王阿剌忒纳写的，阿剌忒纳是成吉斯汗和忽必烈的直系后裔搠思班之子。关于这项有趣的遗物，可参阅 Blochet (3), p. 169; Schefer (2), p. 24; Destombes (4)。

② 参看 Fuchs (1), p. 4。后面关于阿拉伯名词的考证和解释多根据哈特纳的著作，田坂兴道的文章肯定有一些错误。

在这方面已经作过专门的研究，这种探讨是不难进行的。关于1267年由波斯送达中国的七种天文仪器的图形，他们已作出考证①。《元史·天文志》② 有两页专讲“西域仪象”。这些仪器是旭烈兀或其继承人，派马拉加的天文学家之一札马鲁丁③亲自送给忽必烈的。札马鲁丁究竟是什么人，尚不很清楚，可能就是札马鲁·丁·伊宾·摩阿末·纳查里 (Jamāl al-Dīn ibn Muḥammad al-Najjārī)④，这个人于公元1258年曾表示不愿负责建筑马拉加天文台。他代表阿拉伯方面告知中国天文学家的仪器名称，连同简短的说明，都载在《元史》内。

仪器如下：

---

① 宋君荣 [Gaubil (2), p. 130] 未能对此作出考证。

② 见《元史》卷四十八第十页反面那一节。

③ 参阅第十九章第三节第(3)小节。亦可参阅 Sarton (1), vol. 2, p. 1021。

④ 这个人也很可能是布哈里 (al-Bukhārī) (哈特纳博士注)。一个名叫叫札马鲁·丁·伊宾·马弗兹 (Jamāl al-Dīn ibn Mahfuz) 的人所作的72颗恒星星表手稿 (1285年) 现存巴黎 [Destombes (2)]。

汉字音译①	汉译及说明
(1) 咱秃哈剌吉 [Dhātu al-ḥalaq-i ("多环仪")][1]	"浑天仪"。它不是托勒密式，而是赤道式的，但有两个回归圈（或恒显圈及恒隐圈）附在带照准器的活动赤纬环上②。
(2) 咱秃朔八台 [Dhātu'sh-shu'batai (ni) ("双股仪")]	"测验周天星曜之器"。据齐纳 [Zinner (1), p. 236] 推测，这是一个等分圈；福克司 [Fuchs (1), p. 4] 推测，这是测量人员用的雅各布（Jacob）测杆。这些推测均不可靠。哈特纳 [Hartner (3)] 认为它是托勒密的长尺（Organon parallacticon, ὄργανον πα-

① 这不是现存的唯一的汉字音译，然而是较正确的。乾隆本《元史》已由博学的语言学家们修订过，他们把所有外国译名等等一律按蒙古音改译，甚至对于这些来自其他语言如阿拉伯语的名称也如此（哈特纳博士注）。

② 此仪的北极仰角为 36°，所以可能是为平阳天文台设计的。这个纬度与德黑兰或麦什特相合，而与马拉加不合。

1） 方括号内的外文是各个仪器的波斯-阿拉伯原名。

ρaλλaκτικόν)，可用以确定恒星上中天的天顶距①，这基本上是正确的。可是，此仪有一种变体，840年左右扬库布·伊本·伊萨克·金迪（Ya'qūb ibn Isḥāq al-Kindī）在手稿[其1212年的抄本有西译文，见 Wiedemann (9)] 中曾有记述，大概当时还在使用。据《元史》说，这个仪器有两个窥管（窥测之“箫”，供定恒星距度用）。这是不需要的，当一股窥定地直指天顶时，一个窥管就够了。

(3) 鲁哈麻亦渺凹只 [Rukhāmah-i-mu'- “冬夏至晷”，即非均匀时平板日晷。

① 参看 *Almagest*, V, 12。第谷的描述最正确 [Raeder, Strömgren & Strömgren (1), p. 44]。亦可参阅 Gunther (1), vol. 2, p. 15; Dicks (1); Drachmann (3)。

wajja]

(4) 鲁哈麻亦木思塔余 [Rukhāmah-i-mustawīya]　“春秋分晷”，即均匀时平板日晷。

(5) 苦来亦撒麻 [Kura-i-samā’]　“斜丸浑天图”。这是一种天球仪。

(6) 苦来亦阿儿子 [Kura-i-arḍ]　“地理志”。这是一种地球仪

(7) 兀速都儿剌 [al-Uṣṭurlāb]　星盘。《元史》说：“不定汉言。昼夜时刻之器。其制以铜，如圆镜而可挂，面刻十二辰位昼夜时刻”。齐纳[Zinner (1), p. 236]认为它是漏壶，显然是错误的。

这是个有趣的仪器清单。它首先使我们感到，这些仪器对于中国人来说，确实并不新奇①，

① 哈特纳[Hartner (3)]误以为中国直到公元十三世纪才知道浑仪，他把年代估计晚了十七个世纪之多。我们并不责备他，因为他所能得到的文献很少，当时连马伯乐的著作，他都没有。不过这里要纠正这种错误观点，否则他在1950年的《伊西斯》〈*Isis*〉杂志上的说法还会具有权威性。此种错误在哈特纳[Hartner (8)]的著作中已完全自行纠正了。

札马鲁丁的仪器自然都是为黄道系统的观测制作的。我们从前面已经知道，郭守敬是不重视黄道系统的。仪器用的都是360°制，而郭守敬仍然用365 $\frac{1}{4}$度的古制①。就是第五种仪器（天球仪），也没有什么新奇。另一方面，地球仪却似乎是个新东西；除公元前二世纪马洛斯的克拉特斯(Crates of Mallos)的古地球仪②（已失传）以外，没有比马廷·贝海姆(Martin Behaim) 1492年的记录③更早的了。《元史》关于这件新仪器的记载是这样的："其制以木为圆球：七分为水，其色绿；三分为土地，其色白。画江河湖海脉络，贯穿于其中。画作小方井，以计幅员之广袤，道里

① 对于约翰逊 [Johnson (2)] 所强调的所谓中国人的"悲剧性保守主义"来说，这似乎是唯一的证明，但是毕竟还不够有力。耶稣会传教士博斯曼斯 (Bosmans) 则相反，他注意的是后来南怀仁把六十进位的度和分带入中国，强迫中国人改变的事实。中国人一向把度和分按十进位制分到十分之一或百分之一。博斯曼斯坦率地承认说，这种改变实在是倒退。

② 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 185; 亦可参阅 Stevenson (1); Schlachter & Gisinger (1)。

③ 参看 Ravenstein (1)。贝海姆的地球仪现存纽伦堡国立博物馆。

之远近。"不过，没有迹象表明中国人使用了它①。至于说到日晷，他们在非均匀时的概念方面可能感到费解，中国日晷的传统形式② 显然始终没有变动。如果说郭守敬的简仪是因为受到与阿拉伯科学接触的影响而产生的（从一切旁证看来，确实如此），那末，我们认为上面的单子里应当有黄赤道转换仪；然而其中却没有。此外，在乌尔迪(al-'Urḍī')关于马拉加天文台所有设备的说明中，也没有列入转换仪③。可是，看来札马鲁丁一定曾把那种想法带到中国去了。

至于第二和第七这两种仪器，如果它们不曾被采用的话，那一定是由于它们不适合中国天文学特有的体系——有天极，并使用赤道座标。定天顶距的"测验周天星曜之器"(星位尺)④，很难使不利用天顶距的天文学家感到兴趣。星盘在阿拉

① 后来当然有中国人自己的地球仪，但我们要在写到第二十九章第六节航海学部分的时候再去讨论。

② 见前面第 303 页那一节。关于均匀时和非均匀时日晷的刻度，参阅 Zinner (7)。

③ 参看 Seemann (1); Jourdain (1)。亦可参阅 Howorth (1), vol. 3, pp. 137 ff.。

④ 图说见 Gunther (1), vol. 2, p. 15。

伯和中世纪欧洲天文学中应用很广，原是用来测量平纬和计算黄道座标位置的，中国人并不很需要它。哈特纳认为马拉加天文学家送的礼物是经过仔细选择的①；他们不送测定正弦、平经和正矢的用具②，大概是因为知道中国天文学家对于球面三角学不熟悉。星盘是根据球极平面投影制作的；札马鲁丁如果想向中国人解释球极平面投影所需要的全部阿拉伯日晷学和数学，他的任务就太重了。假使他曾经试过，那肯定是失败了。不过，就是哈特纳也没有看出，中国的天极-赤道天文学根本不需要进行用星位尺和星盘所能进行的

① 应当记得，马拉加天文台工作人员中至少有一位中国天文学家（见本书第一卷第486页，即第七章第十节）。其姓名似乎是傅孟吉，有些人说是"傅穆斋"[参阅 Sarton (1), vol. 2, p. 221; 李俨 (2)，第151页]。柴克·瓦利迪·托甘 (Zaki Validi Togan) 博士据巴那吉蒂 (al-Banākitī)（见本书第一卷第499页）的著作音译为 Fu Mi-Chi，比较可靠[1)]。

② 参看 Jourdain (1); Seemann (1)。

1) 中国天文学家数人随旭烈兀到波斯一事，出于多桑的《蒙古史》(C. M. d'Osson, *Histoire des Mongols*, 有冯承钧译本，事见下册第91页)，李俨 (2)、萨顿 [Sarton (1)] 及本书均据此。傅孟吉在多桑原书中作 Fao-moun-dji（读如汉语拼音 Fao Mong-Ji）。原文说："Fao-moun-dji 博士，人多称他为'先生'，或称他为'学者'。" 托甘博士的音译 Fu Mi-Chi，相当于汉语拼音 Fu Mi-Ji。——译者

那些测量和计算。

星盘是一种很复杂的仪器，阿拉伯和欧洲中世纪天文学家曾为它用尽他们所有的数学技巧。它把伊巴谷的浑环和塞翁(Theon)的经纬仪同黄道带投影和恒星天半球结合起来，可以称之为"扁形化"浑仪①。关于星盘的理论和构造，几年前米歇尔发表的论文[Michel (3)]说得很清楚，已无需再用旧的解释了。关于目前还存留的重要星盘，冈瑟的巨著已经提供了详尽的说明。

这种仪器的发源地还不能确定②。就现在所了解的来说，虽然能确定年代的最早星盘是波斯的，属于公元984年"伊斯法罕(Iṣfahān)星盘家易卜拉欣(Ibrāhīm)的两个儿子阿马德('Aḥmad)和

① 因此有平面天球星盘(astrolabium planisphaerium)之名。见 R. Wolf (1), vol. 2, p. 45。有一种较为罕见的式样，介于星盘与平面天球仪之间，其诸环可沿立体天球滑动。这样的仪器是为阿尔丰沙十世制的，图见 Singer & Singer (1), p. 227。托勒密也曾把他的浑仪('αστρόλαβον ὄργανον)叫作"星盘"，这是引起现在名称混乱的原因。现在不能把浑仪叫作"球状星盘"[例如 Dubs (2), vol. 3, p. 328]，因为自公元十三世纪以来，此名指的是完全不同的东西。

② 参看 Neugebauer (7); Drachmann (6)。他们猜想发明星盘的年代当在托勒密时代或更早。提到它的书是《德特拉比布洛斯》(*Tetrabiblos*)，而不是《天文集成》。

马合木 (Maḥmūd)”，可是最初的使用者是公元500年前后拜占廷的阿莫尼(Ammonius)。道尔顿(Dalton) 所记述的1062年的拜占廷星盘也很古老。现存的关于使用星盘的最早著作，出自拜占廷物理学家阿莫尼的弟子菲罗庞 (Joannes Philoponus)公元525年前后的手笔。其后一个世纪，

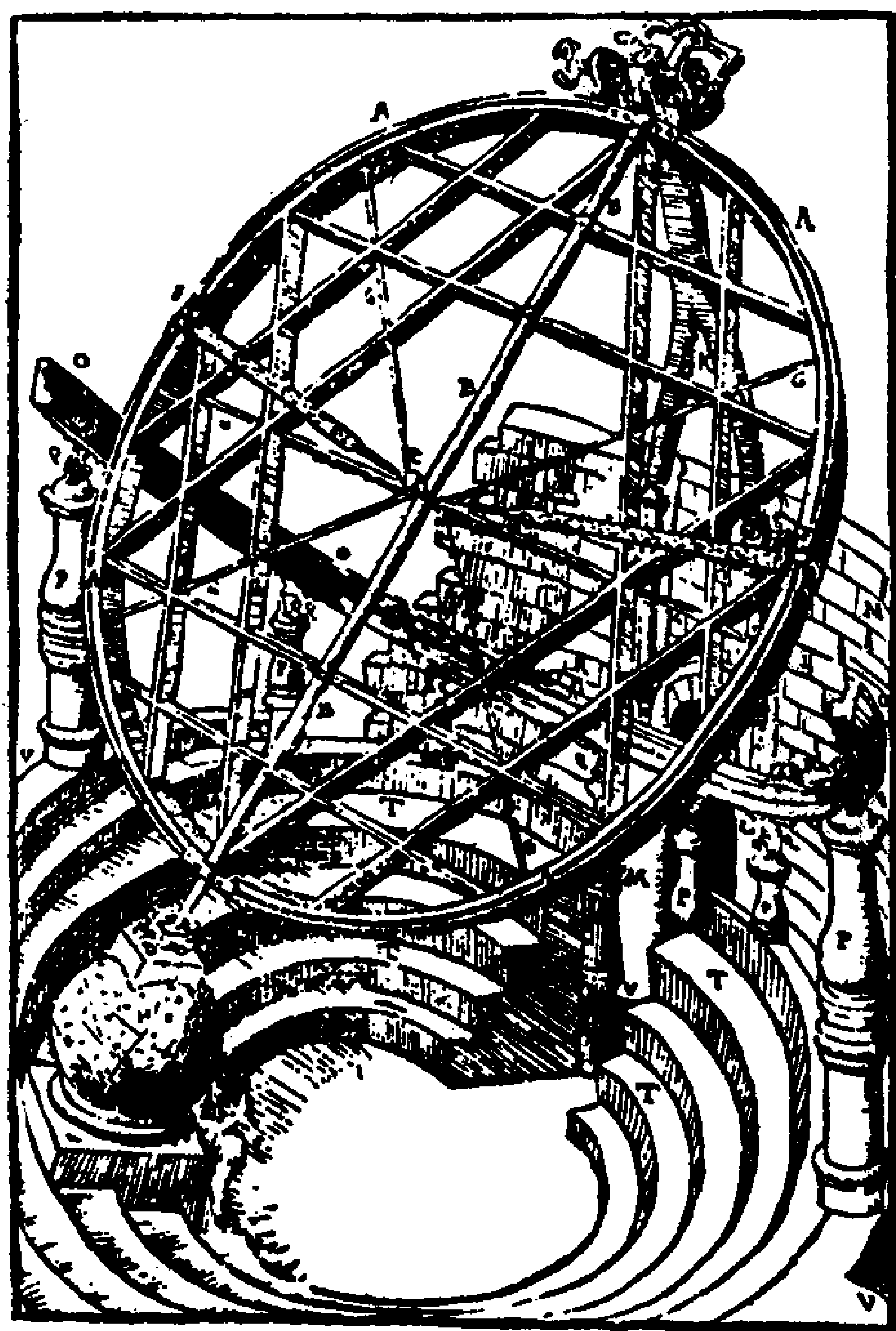


图169　公元1585年第谷的大赤道式浑仪；详见雷德尔和斯特勒姆格伦等关于第谷著作《天文仪器的更新》的译文和研究[Raeder, Strömgren & Strömgren (1)]

叙利亚主教塞波克特 (Severus Sebokht)[1] 也叙述过星盘[2]。在中国，星盘则既不见于记载，也没有保存下来的实物。

我们现在不再去讨论星盘本身，但必须提一提那种很可能是星盘的前身的仪器。这便是传重升降钟，它在希腊化时代是并不算希罕的一种水钟[3]。它具有青铜晷面[4]，面上标绘着平面球形投影星图，附有用平衡索系在鼓轮上的浮子，浮子升降便使晷面转动起来。盘面与观测者之间隔着代表子午圈、赤道圈等等的固定金属网，黄道线上有很多小孔，太阳的位置可以把按钉插在某一小孔中表示出来。这一装置恰与星盘相反，星盘上的恒星点标在蛛网上，座标刻在几块底板上；人们有

---

① 我们在本书第一卷第七章第十节曾提过他(见第一卷第495页)。

② 另一位古代著作的作者为犹太天文学家巴格达的马斯哈阿拉 (Māshā'allāh, 卒于公元 815 年)，译文见 Gunther (1), vol. 5。亦可参看 J. Frank (1)。

③ 参看 Diels (1), p. 213 ff.; Usher (1) p. 97, 2nd edn. p. 145; Price (1, 4)。

④ 现存的实物是马斯 [Maass (1)] 发现的，见 Maxe-Werly (1)。本多夫、韦斯和雷姆 (Benndorf, Weiss & Rehm) 首先加以阐明。

种种理由可以认为，星盘事实上是由这种钟反转变成的①。传重升降钟的晷面虽然是转动的，但它是各种钟面的前身。我们有证据相信，某些中国水钟已有钟面，我们到二十七章第八节再行讨论。如果传重升降钟的原理确曾传入中国，上述理由似乎已足以解释中国为何未产生星盘。无论如何，这种传重升降钟面至今还在使用，成了航空用的“恒星粗略探测识别仪”②。

最先了解到郭守敬在简仪上坚持使用赤道座标的历史重要性的，大概是德雷尔[Dreyer (2)]。他说：“这里有两个值得注意的例证，说明中国人的伟大发明往往早于西方成就若干世纪。我们在这里可以看到，中国在十三世纪时已有第谷式赤道浑仪，更惊人的是，他们还有同第谷用以观测1585年的彗星以及观测恒星和行星的大赤道浑

① 参看 Neugebauer (7); Drachmann (6)。德拉克曼以为伊巴谷用的是底板上带有星图的平面星盘(类似传重升降钟)，而在托勒密时代则用相反的形式。

② 这种仪器包括载有极投影星图的地平板，以及若干印有座标的透明塑料板(每隔纬度 10° 用一块板)，后者恰好盖在图板上面。从数据表调整时角后，可立即看出视野所及主要恒星的平经和平纬。

仪相似的仪器。"[①] 约翰逊认为[②]："元代仪器所表现的简单性，并不是出于原始粗糙，而是由于他们已达到了省事省力的熟练技巧。这比希腊和伊斯兰地区的每一种座标靠一种仪器测量的做法优越得多——无论是亚历山大里亚城或马拉加天文台[③]，都没有一件仪器能象郭守敬的简仪那样完

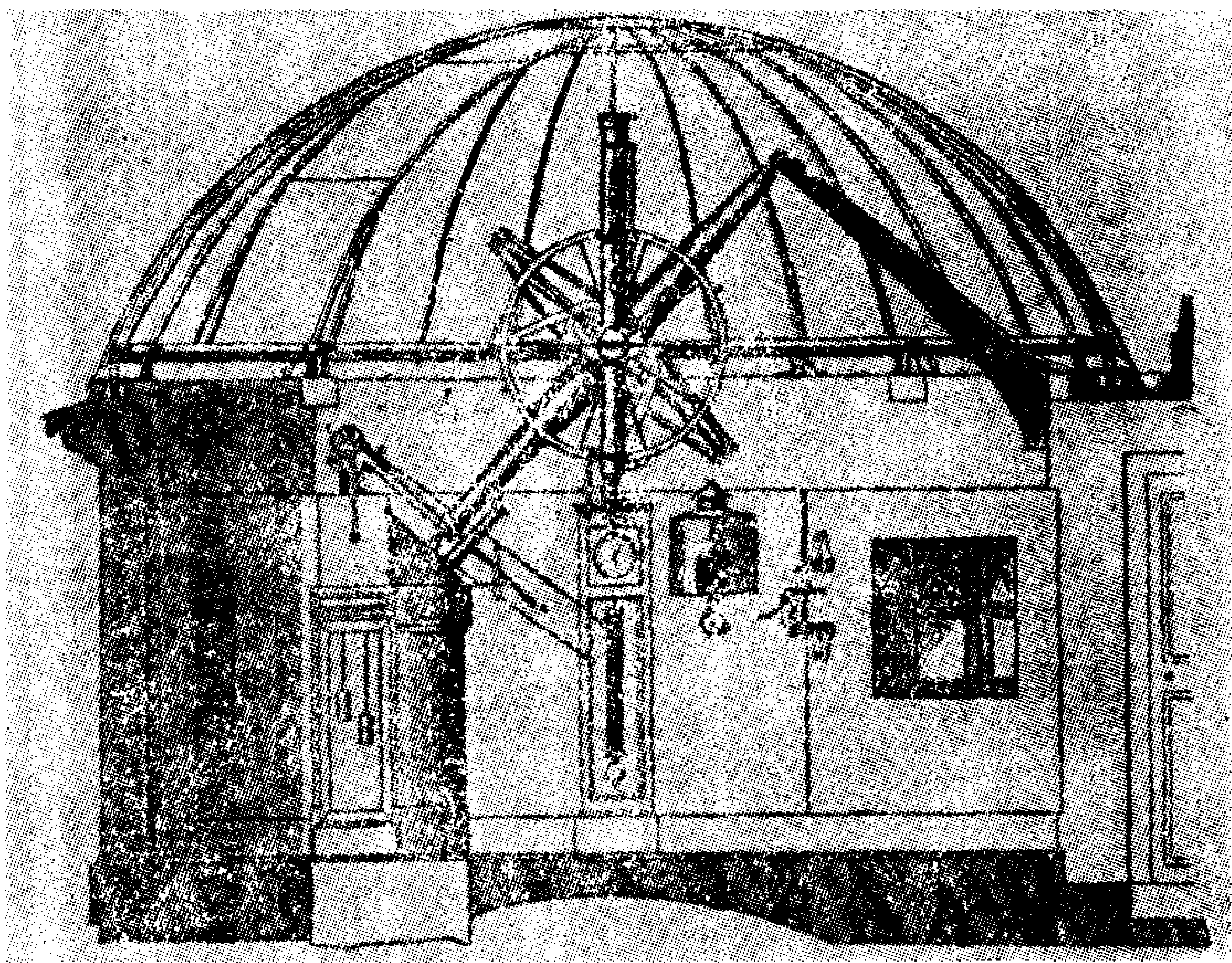


图 170　十九世纪赤道式望远镜装置[采自 Ambronn (1)]

① 参看图 169。不同的是，第谷保留着围绕中间时圈的半个赤道圈。

② 参看 Johnson (2), p. 104。

③ 马拉加天文台的设备清单见 Jourdain (1); Seemann (1); 摘要见 Sarton (1), vol. 2, p. 1013。

善、有效而又简单。实际上，我们今天的赤道装置并没有什么本质上的改进。”① 这一点从图170所示的一架十九世纪赤道装置以及图171所示的威

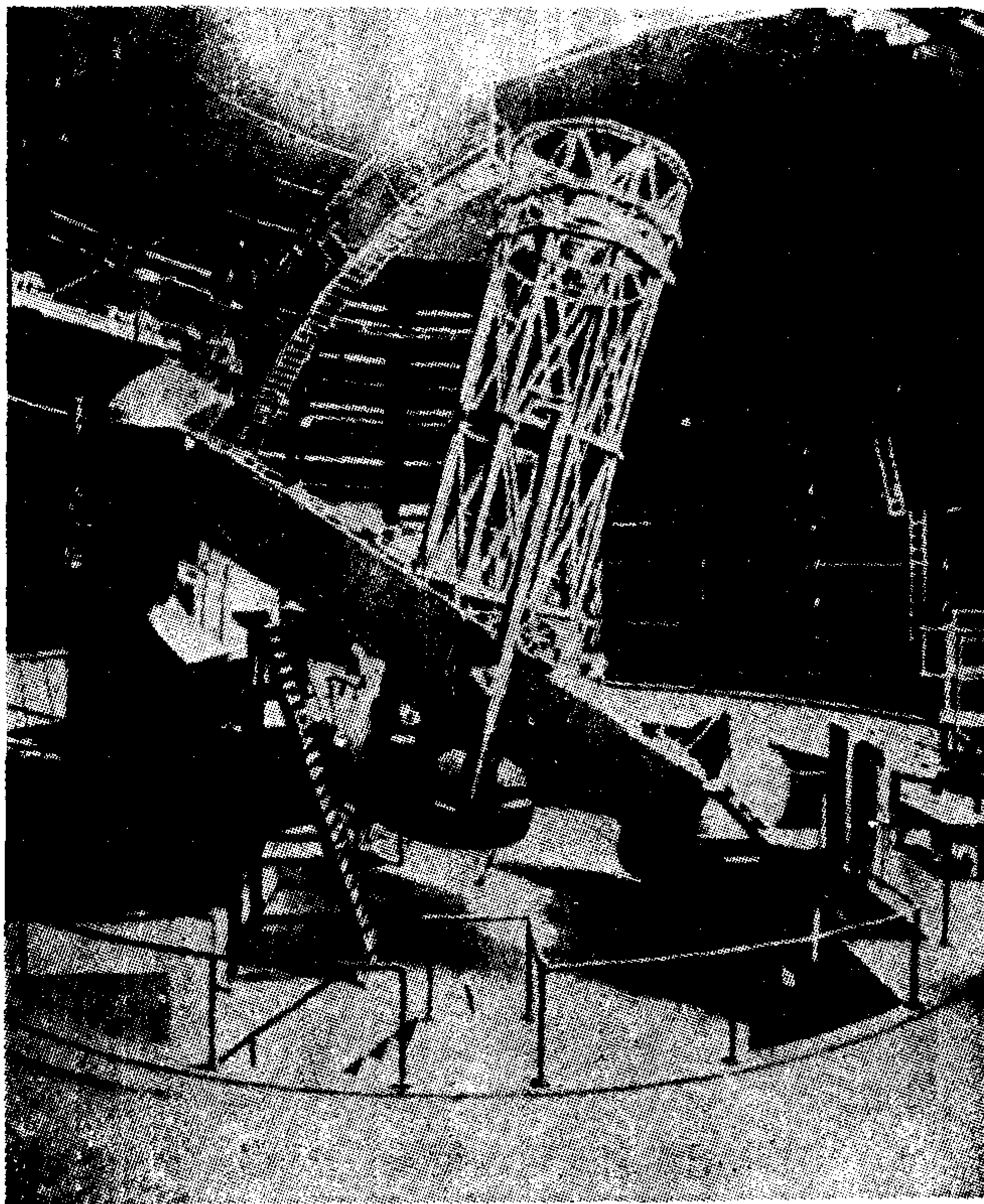


图171 近代赤道式望远镜装置——威尔逊山的100吋反射望远镜

① 关于欧洲在这方面的发展，前面第457页已有详细说明。参阅 Olmsted (1)。

尔逊山100吋反射望远镜即可看出。前者的极轴采用枢轴状柱身，而后者则作护架状。约翰逊还说，枪筒式窥管在双环中转动，要比外露的阿拉伯式视准器优越得多①。

这样，郭守敬虽然没有望远镜，但却是赤道装置的创始人②。他的简仪并未因望远镜的诞生而

① 文艺复兴时代欧洲天文学家采用中国做法的另一实例，是更多地利用天体上中天的观测。先是有第谷的大墙象限仪[A. Wolf (1), p. 127]，后来有1681年罗默(Roemer)的第一架固定在子午面上的望远镜装置[Dreyer (2); Grant (1), pp. 461 ff.; Spencer-Jones (2); A. Wolf (2), p. 137; H. C. King (1), pp. 105 ff.]。

② 有趣的是，这一切在进行着的期间，马哥孛罗恰好在中国。可是他所记下来的只有中国官方天文学的占星术情况。他的著作中有"关于汗八里(Cambaluc)城的星相家"一章(第三十三章；见Yule (1), vol. 1, p. 446)。他说，大汗至少养着五千人，常年发给薪金和服装，"他们有一种星盘，上面刻着五星符号、时辰和全年的重要节气"。所有三教派的星相家——中国的、伊斯兰的和基督教徒的(大概是回纥景教徒)——都用这种仪器来预测凶吉，并有不少人向他们问卜。此外，他们编写"某种称为《大昆》(Tacuin)的小册子"("大昆"出自阿拉伯语taqwīm，即历书或星历表)，由官厅大量出版。例如，1328年曾印行三百万册以上。后来有些印本(例如1408年的)传到玻意耳、胡克和丕普斯(Samuel Pepys)等人之手，激起了他们对中国天文学的好奇心(参阅后面第527页)。关于taqwīm和taquinum，见Thorndike & Sarton (1)。此字原义为列入表中的事项；可参考"立成"一词[见第十九章第二节、第三节第(2)小节和第八节第(7)小节]。

消亡。它仍然存在于最现代化的航空和航海仪器中，只是没有被人们认识到而已。在“天文罗盘”(图172)上[①]，人们可以看到简仪的每一个部件；例如赤道圈(在这里用于调整纬度)、赤纬环(在这里变成平板)、照准器和平经圈。只有后一部件现在不再和本体分开，而与其他部分直接相连，以便为新的意图服务，即可依靠现成图表用瞄准天体的方法来测定地面的方位[②]。

全部发展史中最令人注意的一点，大概是当时思想传播的迅速了。1267年，札马鲁丁携带着两种鲁哈麻日晷图样到北京会见了郭守敬，当时阿拉伯日晷学巨著才刚刚完成了十二年[③]。这部书的作者是从旧大陆另一端来的天文学家阿布·阿里·哈桑·马拉库西(Abū 'Alī al-Ḥasan al-Marrākushī)，他是出生在摩洛哥的有才华的科学

① 参看 A. J. Hughes (1), pp. 116, 117。但那里只简单提到它，描写不详细。

② 关于这种仪器及其使用法，我们十分感谢皇家学会会员兴登(Martin Hinton)博士的指教。

③ 即《开始和终结之书》(*Jāmi' al-Mabādī wa'l-Ghāyāt*)。此书已由塞迪约译为法文，成为肖伊[Schoy (1)]论阿拉伯日晷学专著的依据。

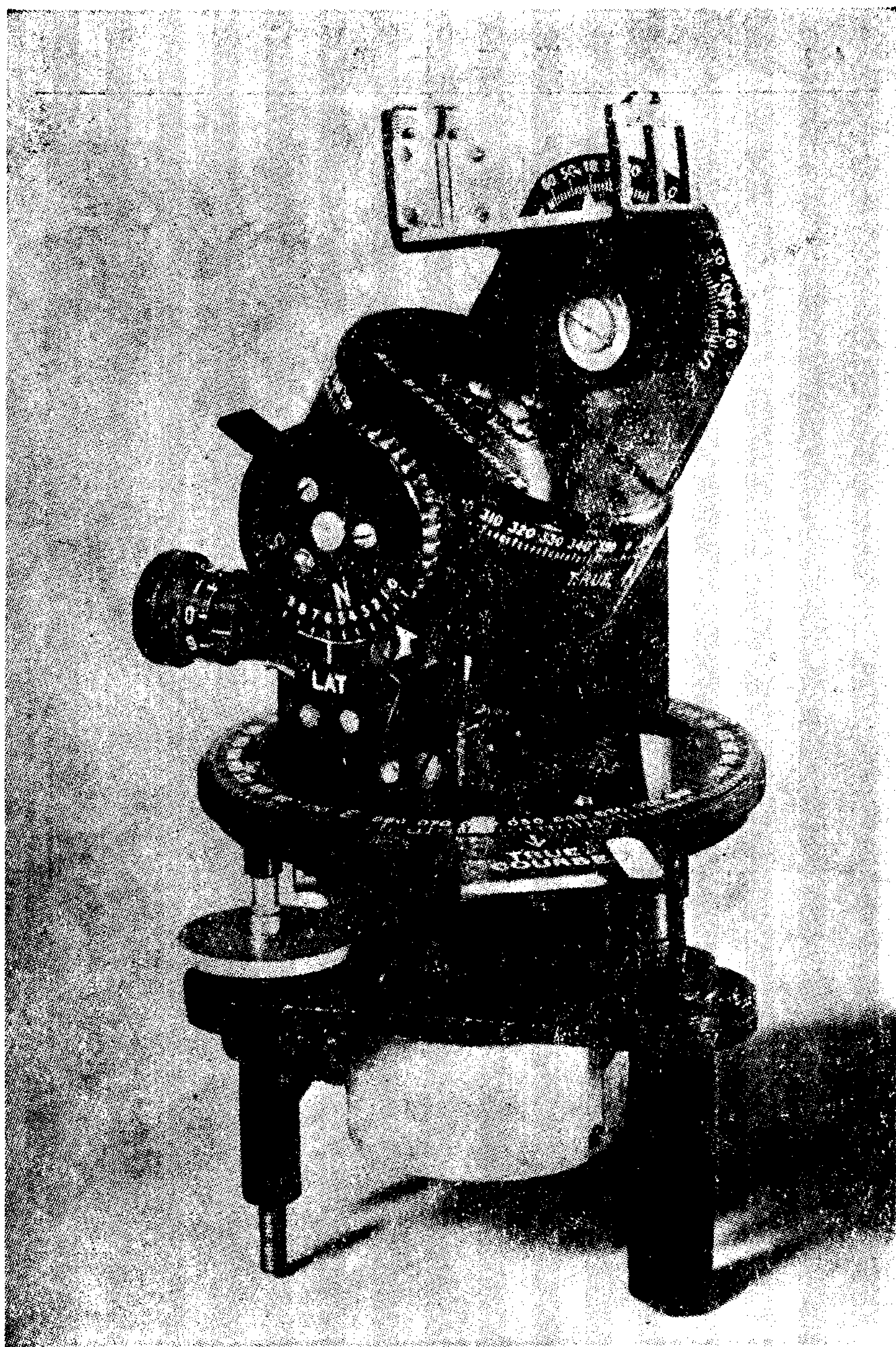


图 172　黄赤道转换仪的近代形式——航空用天文罗盘（见正文）。这件仪器上有郭守敬的各种部件：赤道圈（在这里用于调整纬度）、赤纬环（在这里成为金属板）、照准器和平经圈。高约 8 吋



图 173　1674 年南怀仁设置在北京观象台的赤道经纬仪（纳夫拉特摄）

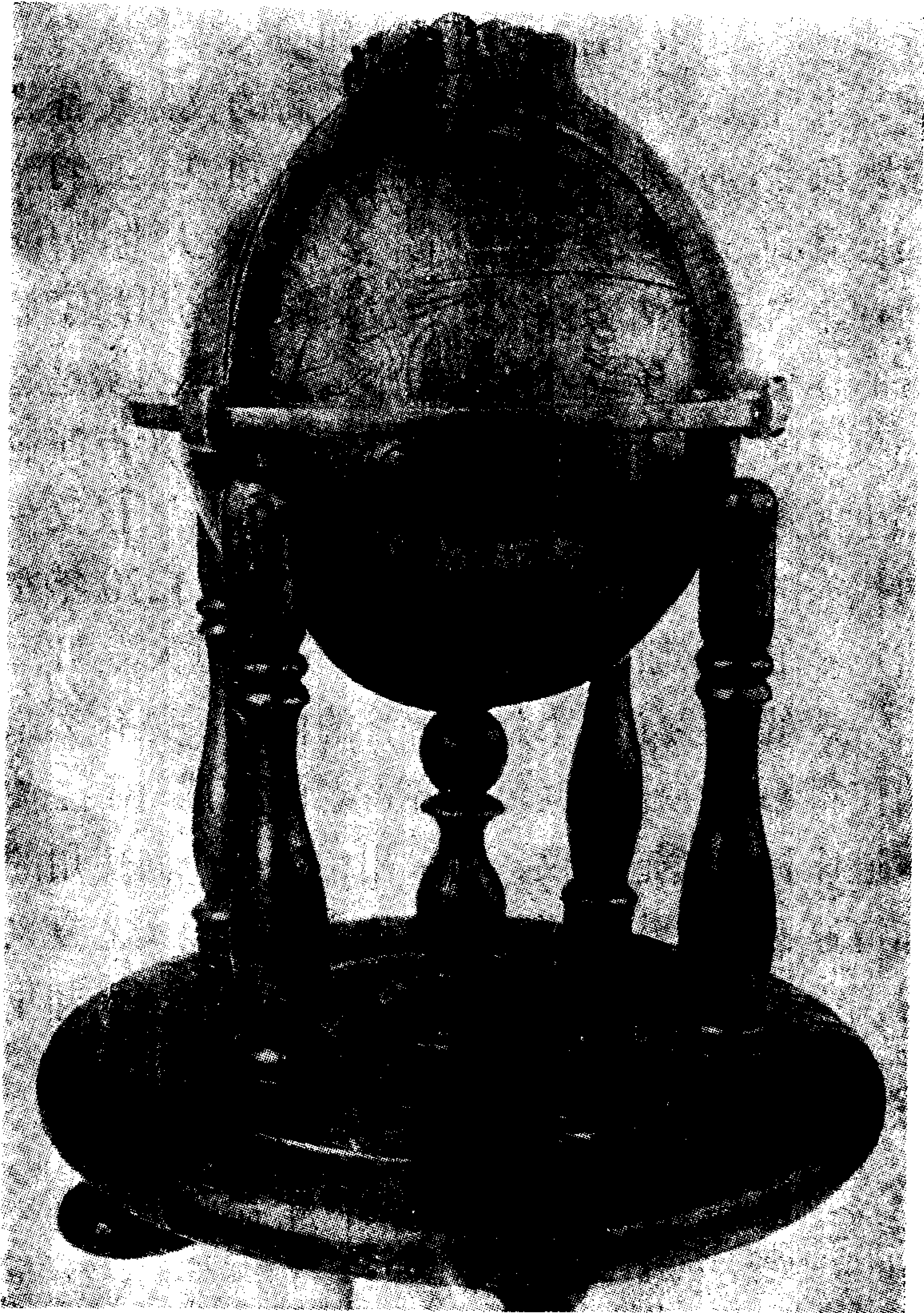


图 174 1300 年左右（郭守敬在世时）马拉加天文台穆哈马德·伊本·穆雅德·乌尔迪（Muḥammad ibn Mu'ayyad al-'Urḍī）制造的天球仪（德累斯顿博物馆藏，史蒂文森摄）

家之一[①]。哈特纳指出[②]，马拉加的天文学家为了满足大汗要求用世界各地所有最新的仪器装备北京观象台的意愿，才传出了这项新知识。我们前面已看到，这种复杂的日晷并未引起多大重视，但同样来自远方的转换仪的启发对中国人却起了显著的作用。如果说贾博·伊本·阿弗拉确实是这种仪器的发明者，那末，在远处西方的安达卢西亚产生的这种虽具创见、却不大实用的想法，仅仅在两代人的时间之内（从1130年左右至1270年左右），却在北京激起了一项真正有用的重大发明[③]。

这就产生了一个急需解答的问题。是什么原因使得第谷在十六世纪放弃古老的希腊-阿拉伯黄道座标和黄道浑仪，而采用中国人一向使用的赤道座标呢？赤道浑仪曾被认为是欧洲文艺复兴时期天文学方面的主要进步之一，而中国人却早

① 参看 Mieli (1), p. 210; Suter (1), no. 363。

② 参看 Hartner (3), p. 188。

③ 其实用价值不仅在于可以长期使用，而且郭守敬就曾充分使用过它。在已散佚的他的著作中，有两个显然重要的书名：《新测二十八宿杂坐诸星入宿去极》和《新测无名诸星》。这两个书名均见《元史》卷一六四第十二页反面。关于简仪和其他仪器，他本人显然也曾著文记述，可惜他的《仪象法式》也失传了。

已使用，冈瑟[①]对这一点极为惊讶，并承认郭守敬比第谷先行了三个世纪之久。第谷在他关于仪器构造的著作中[②]告诉他们，他发现黄道浑仪很不完善，不能经常处于平衡状态(因为它的重心随二分点的位置而转移)，会因金属的重量而变形，从而出现大达二弧分的误差。由于这一原因，他宁愿选用赤道浑仪（图155)。但是，用这种纯技术性的理由来解释表示天体位置基本方法的改变是不够充分的。因此，德雷尔[Dreyer (3)]提出这样一个问题：是否有某些阿拉伯的影响逐渐改变了沿用黄道座标的老习惯？塞迪约认为[③]，阿拉伯人是知道赤道浑仪的，后来他又提出了一些其他证据，其中之一是引证十七世纪贝蒂尼的观点，认为伊本·海塔姆 (Ibn al-Haitham) 曾在十世纪末或十一世纪初使用过赤道浑仪[④]。象本书

① 参看 Gunther (1), vol. 2, p. 145。

② 译文见 Raeder, Strömgren & Strömgren (1), p. 55。

③ 参看 Sédillot (1), p. 198。

④ 参看 Sédillot (3a), p. cxxxiv。贝蒂尼（Bettini, *Apiaria*, VIII, progym. iii, prop. vii, p. 41）写道："第谷曾用过别种环形仪器，可是我确实知道这项仪器早在第谷之前，已由阿尔哈兹诺(Alhazeno) 制成并且使用过了。"阿尔弗莱岗(Alfraganus)和阿尔巴脱格尼 (Albategnius) 的著作见第谷藏书 [Kleinschnitzová (1)]。

这样的著作，对此不可能作更多的探讨，但这个问题很重要，值得进行专门的研究。有这样的可能：不管伊斯兰教地区天文学的总趋势如何，使用赤道式仪器的个别事例是会有的①。这可能是由于阿拉伯和中国从汉代起就一直存在着接触②。这种思想可能影响过几位欧洲天文学家，例如吉马·弗里西(Gemma Frisius)；他在1534年最先记述过一座小型轻便赤道浑仪③，其次才是第谷。所以，第谷改用赤道式仪器，很难说成完全出于前面提到的技术上的原因④。

---

① 我们在前面第476页刚提到过，1267年札马鲁丁携往北京的仪器(或设计图)是赤道式的，但这也许是为了适应中国的习惯而有意这样做的。它也有分度的地平环，可是中国史籍(《元史》卷四十八第十页反面及第十一页正面)并未提到任何用以测定平经和平纬的部件。无论如何，这个仪器显然不是希腊式的。参阅 Seemann (1), pp. 57 ff.。

② 假如我们可以把穆斯林以前的时代和阿拉伯科学的叙利亚和波斯先驱者都包括在内的话。

③ 参看 Dreyer (3), p. 316。

④ 关于月球运行的第三种反常现象(二均差)的知识，情况与此相似。塞迪约 [Sédillot (2), vol. 1, p. 70] 认为，第谷大概曾受到过十世纪阿布尔-瓦法研究二均差的启示。可是阿拉伯人是否曾发现过二均差，尚属疑问。

从以上的情况看来，耶稣会传教士在对中国人进行所谓“科学启蒙”时，竟于1674年为北京观象台建造了一座黄道经纬仪(图173)①，这是何等地荒唐可笑啊！南怀仁在他1687年著的那本介绍中国天文学的书中，对元代的仪器毫不了解，竟说它们是什么“笨拙的缪斯”[1]的产物②。

耶稣会传教士这种妄以自己的天文知识优越而自负的做法，现在从历史事实的真相看来，简直是颠倒是非。这正是西方人过度自信的表现之

① 参看 Lecomte (1), p. 67; 陈遵妫(6)，第23页。到了1952年，有些仪器仍保存外方内圆的窥衡，照准用的十字丝也还在。有些著作上竟说，耶稣会传教士的仪器是模仿第谷的[例如见 Thiel (1), pp. 99 ff.]。

② 1672年南怀仁重建北京观象台之后，台上旧仪器被弃置储藏室。1713年及1714年，数学史家梅瑴成屡见台下所遗旧器。1715年纪理安神父制铜象限仪，曾熔掉其中数种仪器。1744年仅存简仪、浑仪及地球仪[2]。不知由于什么原因，在宋君荣时期(1723年以后)，不让人参观；参看 Gaubil (2), p. 108。梅瑴成曾认为钦天监正纪理安的做法是一大憾事。

1) 缪斯 (Muse) 是希腊神话中主管科学和文艺的九位女神的通称，其中有一位女神乌拉尼娅 (Urania) 管天文学。——译者

2) 这里的地球仪 (terrestial globe) 应为天球仪 (celestial globe) 之误。——译者

一。正是这种自高自大的心理，使得后来的科学史家误以为中国天文学曾受到过伊斯兰教地区的重大影响。如上文所述，事实是恰好相反的[①]。可是人们依然习惯地说，1845年雷纳 (Reinaud) 和法维 (Favé) “根据西方的工作经验为北京观象台进行了革新”[②]。这种说法来自宋君荣的蒙古王朝史摘要，但他本人很了解自己的材料，措词却审慎得多。我们可以看一看他是怎样说的[③]:

> 公元1280年11月，颁布了许衡[④]、王恂[⑤]、杨恭懿[⑥]、郭守敬[⑦]等长期研究的历书。

---

① 薮内清 [Yabuuchi (1)] 和钱宝琮 (7) 一致赞同这种看法。

② 参看 Reinaud & Favé (1), p. 200; 亦可参阅 Sédillot (2), vol. 2, p. xii。甚至最受尊敬的近代作家竟也说郭守敬的简仪是“由波斯天文学家制成的” [Cable & French (2), p. 40; Cronin (1), p. 141]。

③ 这一段引自 Gaubil (12), p. 192。

④ 许衡生于1209年，卒于1281年；习惯上称他为许鲁斋，是新儒学哲学家。

⑤ 王恂生于1255年前后，卒于1282年(王恂的生卒年应为1234—1281年。——译者)。1279年改装观象台时，他任太史令。

⑥ 杨恭懿自1255年至1318年左右享有盛名。

⑦ 郭守敬在1279年同知太史院事。

这一部巨著主要出于郭守敬之手①。

[在前已寄出的论中国天文学的论文中，我详细地谈到1280年忽必烈汗下令颁行的历书，此文已于1717年出版②。耶律楚材③曾奉成吉斯汗之命重修历法。这位天文学家秉承成吉斯汗的意旨，依西法进行修改，后来颁布了一种历书④。

忽必烈汗即位之初，由西方各国历算家颁布历书两种：一依西法⑤，一依中法，但后

① 指《授时历》。他的《历议》见《元史》卷五十二及卷五十三，从卷五十二第二页反面开始。《历经》见《元史》卷五十四及卷五十五。《历议》先叙述夏至、冬至日影长(见前面第294页)，接着讲岁余、岁差、冬至日所在、周天列宿度以及日行盈缩、月行迟疾、白道交周和交食，最后以综述自古以来交食和历法的沿革为结束。《历经》内容包括一切计算用的公式，如二十八宿黄道(及赤道)距度、五星推步法数等。全部工作是在王恂1282年逝世后由郭守敬完成的(《元史》卷一六四第十二页正面)。

② 这是指 Gaubil (3)。文中自69页起有不少篇幅是《授时历议经》的译文，包括各种数据表。

③ 耶律楚材生于1190年，卒于1244年。

④ 指《西征庚午元历》，庚午为公元1210年，见《元史》卷五十六及卷五十七，1220年以后曾经使用过，但从未正式颁布。

⑤ 指札马鲁丁到北京后编制的《万年历》，1267年颁行。它仅用了九年，因为1276年郭守敬及他的大批同事和助手便奉命修制《授时历》，1281年颁行。后者使用了一个世纪以上。1382年一度用过阿拉伯历，两年后又改用中国历(《大统历》)，直到1554年为止。关于郭守敬的历法，见钱宝琮(7)。

者已加以改良。

郭守敬实际上采用西法，而以折衷方式尽可能保留中国天文历法中的各项要素，但关于历元，以及关于朔望时刻以一子午线为准、同时又使用其他子午线的计算和观测数据的方法①，则彻底加以改革。前已提及，蒙古诸王宫廷中有西方医师②及历算家，于中国人之外另成一集团。彼等生活至为和谐，当时史籍对这些外国人的才智一般多所赞扬，同时也应承认，郭守敬能从他们那里取其所长③。]④

宫廷中的西方历算家人数众多，声望颇高，曾做过许多历算工作，制造过若干完美的

---

① 这种说法不可能是确实的，因为阳城的子午线（见前面第288页）数百年来被视为中国的格林威治。

② 这是指爱薛（1227—1308年），他是一位著名医师，但却不是拜占廷人［这已由多桑所证明；见 d'Ohsson (1), vol. 2, p. 377］，很可能是来自叙利亚的阿拉伯景教徒。这个人做过高官，在札马鲁丁到北京之前不久，曾主持司天台。他的传记见《元史》卷一三四第七页正面。

③ 我们在史籍中从未找到足以证明这一点的记载。

④ 方括号里的文字是宋君荣原著作［Gaubil (12)］中的脚注。

> 仪器[1]。郭守敬是博学多才、成绩卓著的人，曾受到三位中国显要人物的提携，精通西方人在宫廷中宣扬的历算方法，最后完成了中国的天文历书。此外，他还曾制作若干巨型天文仪器，如简仪、天体仪、星盘[2]、浑仪、罗盘[3]、水准器、四丈长表等。关于此人的成就，已在别处谈过；关于他在历书中所用的方法，也已经解释过。

由此看来，尽管宋君荣称阿拉伯人和波斯人为“西方人”(les Occidentaux)，以致引起后来西方读者的误解，可是他曾无偏见地推崇郭守敬的伟大。历史事实不足以证实他关于中国天文学受到伊斯兰地区的深刻影响的说法。中国人并没有采用过星盘和日晷的球极平面投影所必需的高等几何学[4]，他们对非均匀时制和360°分度法并不感兴趣，地球仪也同样未引起他们的重视。他们完全

---

① 就我们所知，说当时他们人数很多，以及曾在某时制造过重要的仪器等，都没有什么实据。

② 这种说法当然是很错误的。见前面第220页及第482页。

③ 这种说法如属实情，人们是很愿意知其细节的。现在还没有理由认为并非实情。

④ 如上文所述，可能接受过一部分三角学，特别是球面三角学。

不考虑阿拉伯的地平经纬恒星座标系以及欧洲的黄道座标系，而一直坚持后来在近代天文学中普遍采用的赤道座标系，从而出现了赤道式装置的发明。他们没有受到托勒密几何本轮学说的影响，继续采用不受拘束的"巴比伦式"代数学方法。中国的历算究竟受到过多少阿拉伯的影响，这只有进一步研究以后才有可能搞清楚。

(7) 天 球 仪

早在古希腊就已有在实物球体上表现星座和恒星的想法了。这大概是从巴比伦人的实践经验发展来的①。第一具经过科学设计并且在历史上有确凿证据的天球仪，大概是克尼都的欧多克苏斯② 的仪器；阿拉图斯在公元前 270 年前后写作的天文诗③ 中，肯定曾提到过天球仪。一幅保存

① 参看 Schlachter & Gisinger (1); Stevenson (1)。

② 欧多克苏斯生于公元前 409 年，卒于前 356 年；早于孟轲，晚于墨翟。可是萨顿 [Sarton (1)] 认为，在伊巴谷(公元前二世纪)以前还没有天球仪。

③ 即 *Phaenomena*；参阅前面第 72 页。参看 Böker (1)。它的译文见 G. R. Mair (1)。

在德国特里尔的三世纪的镶嵌画中，画着他在这种仪器前面接受缪斯九神之一乌拉尼娅的启示。这个时期留存下来的天球仪,现在只剩下一个,就是现在保存在那不勒斯的著名的法内斯(Farnese)大理石雕刻①。二世纪的托勒密继承了天球仪的传统，并一直延续到中世纪；例如，七世纪拜占廷的工艺师李昂修(Leontius)曾写过一篇论天球仪②的构造和用法的小书。当时，天球图经常出现在美术品上和硬币上，作为宇宙的象征或表示统治者的权威。在李昂修时代以后的几个世纪中，这种仪器的制作已转入阿拉伯人之手③。当它重新传入西方时，常常以十三世纪阿拉伯天文学家为西西里的菲德烈二世(Frederick II)制作的天球仪为依据，形状统一了。这是马拉加的纳速剌丁·徒思和北京的郭守敬享有盛名时期之前

---

① 参看 Stevenson (1), pp. 14 ff.。石刻上只表现出星座的符号,未示出单个的星。

② 没有多少证据可以证明其中某一装置是赤道式的。

③ 有一个1080年的精致的天球仪现在保存在佛罗伦萨[Bonelli (1), no. 2712];据我们所知，这是最古老的阿拉伯天球仪。关于阿拉伯天球仪的综述,见 Destombes (2, 3); Winter (6)。

大约五十年的事情。马拉加天文台的一个天球仪(1300年前后;见图174)现在保存在德累斯顿;铭文上写明它的制作者是乌尔迪[1]。这个仪器在天极和黄极上都装有枢轴[2]。

尽管人们一向认为，在中国人的古典技术名词中，天球仪被称为"浑象"，但是"浑象"本身的历史却没有研究清楚。既然石申和甘德测定恒星位置的时期早于伊巴谷两个世纪（他们研究天体的时期大约是在欧多克苏斯逝世的时候），那末，认为秦代或西汉时代不会制成实体球式的"浑天象"，便是没有根据的。我们前面已经看到[3]，最早提到天球仪理论以及浑环的文献就是这一时期的古籍。实际上，问题在于某些名词如何解释。

在传统上浑象是不同于装有望筒的浑仪的。不过李约瑟、王铃和普赖斯通过研究中国天文仪

---

① 乌尔迪的儿子关于马拉加天文台仪器设备的记述，至今尚存。参阅 Jourdain (1); Seemann (1)。

② 据《元史》记载，1267年马拉加天文台送往北京的天球仪可以"斜转"(见前面第479页)，现在得到了解释。关于乌尔迪的儿子的天球仪，波普 [Pope (1), vol. 6, pl. 1403] 有图说。我们用的是史蒂文森的照片。

③ 参看前面第105页和408页。

器中的时钟机械，已经查明，这类仪器不止两种，而是三种。除去上述的两种以外，还有一种演示用的浑仪[①]。这种浑仪中央装有大地的模型[②]，并有使外重诸环不断转动的装置（也有不带大地模型和转动装置的）。这几位研究工作者得出的结论是：在早期的典籍中，特别是在四世纪以前，“浑象”一词往往是指演示用的浑仪。这类装有大地模型的浑仪，可引公元250年左右王蕃的叙述为证[③]。他想从浑仪中挪开大地模型，而用平的柜顶代替它来表示大地。看来，这种把演示用浑仪一半装在柜内的办法至少沿用到八世纪初一行和梁令瓒的时候。另一方面，开始有真正的实体天球仪似乎不会早于钱乐之时代（公元435年）。值得重视的是，这种天球仪一直到公元310年左右陈卓根据公元前四世纪开始有的《星经》编成标准

---

① 有时用“计算用浑仪”一词似更确切，参阅前面第443页。

② 人们大概都很想知道，大地的模型究竟是球状的还是扁平的，是方形的还是圆盘形的；但我们所看到的书都没有提供这方面的线索。就古代关于宇宙的论述来说（前面第97页及106页），各种形状都有可能。

③ 《全上古三代秦汉三国六朝文·全三国文》卷七十二第五页反面；全文将在后面引用。

的星图以后才出现。由此可见，至少在早期，“浑象”与“浑仪”这两个名词之间的界限并不清楚，因为两者都可以代表演示用的浑仪。有时[1] 浑仪是与“候仪”（观测仪器）相对而言的。这表明前者也可指演示用的浑仪。最适当的办法大概是认为天球仪仅指按照三派天文学家的特色标出全部星宿的仪器。

这些话可用两段关键性的引文来证明。第一段出于《隋书·天文志》，大概是李淳风在654年左右撰写的：

> 浑天象：
>
> 浑天象的特点是有球状部件而没有直管部件[2]。梁代末年（约公元550年），秘府[3]里有过一具。它是用木料做的，像球那样圆，

---

① 例如《新仪象法要》卷上，第四页正面。译文见 Needham, Wang & Price (1)。

② 这当然是指《书经》的璇玑、玉衡。我们认为它们是玉制的拱极星座样版和玉制的窥管（根据米歇尔的看法，参看前面第392页那一节）。李淳风和苏颂并不象现代考古学家想象的那样对它们很了解，他们认为璇玑、玉衡是某种类型的浑仪，早期的耶稣会传教士也沿用这种旧说。

③ 可能即皇家观象台的别名。

几个人伸开手臂才围得住。南北两极都有枢轴。象仪的球体上标有二十八宿、三位大天文学家[①]记录下来的星、黄道、赤道和银河等等。球外另有一个大的水平环围绕着。环的高度可以调节，它代表大地[②]。所以轴的南端插入环下，代表南天极；轴的北端竖于环上，代表北天极。球仪从东向西转动时，在清晨和黄昏上中天的众星都与它们的度数准确地相应[③]，二分点、二至点和二十四节气也都全部经过核对，和天上的情况毫无差别。

这种仪器和观测用的浑仪不同，浑仪必需有窥管以便测量和计算日月的运动和众星位置的度数。

吴国太史令陈苗[④]（公元222—277年）说

---

① 指石申、甘德和巫咸；参阅前面第63页和第210页。

② 这意味着这种装置可变动极平纬以适应不同的地理纬度。

③ 应该注意，“应”这个词具有哲学意义，它包含“由共鸣而产生反响”之意；参阅第二卷第十三章第七节。李淳风曾作《感应经》，从现存的部分看来，它是论述未知的自然现象和感应现象的文章。

④ 这个人在中国天文学史上，似乎只在此处出现过。

过:“古代聪明人曾造过一种木质仪器，名为浑天(天球仪)。”他说的是不是就是梁代末年用过的那种实体天球仪呢？照这句话来看，浑仪和浑象是两种东西，它们之间只有疏远的关系。可见，张衡(公元125年左右)所制的是一座浑象，附有七曜的模型①。可是何承天不知道浑仪和浑象的区别，所以他迷失了方向②。

刘宋元嘉十三年(公元436年)，文帝命令天文局制造新的浑仪。皇家天文官员(太史令)钱乐之根据旧的学说，用仪象(即演示用浑象)③进行解释。仪象由青铜制成，每度半

① 这段文字的作者可能是李淳风。他似乎认为张衡所造的是实体天球仪。但是，有资料证明它应当是演示用的浑仪，因为文献上从未说到它的上面标有星座。如果它是天球仪的话，张衡便会用绳索代替薄竹片去标出二十八宿的黄道距度了。

② 这种说法是很有趣的。何承天(公元370—447年)是刘宋时代的人，钱乐之的仪器制成时，他已经年老。如果此时实体天球仪确已开始代替演示用浑仪，那末，这一混淆是不言自明的，显然是因为事物已经改变，而名称却未变。《全上古三代秦汉三国六朝文·全宋文》卷二十四第二页反面有何承天的《浑天象说》残篇，并无新内容可供参考。

③ 如下文所述，中文“仪象”二字也可以解释成“演示用浑仪和实体的浑象”。

寸，直径 6.0825 尺，周围 18.2625 尺①。地固定在天球之中，不能移动。除了通过南极和北极的子午环之外，还有两个环，一个代表黄道，一个代表赤道；在赤道环上标着二十八宿。北斗星和北极星的位置也标出了。太阳、月亮和五大行星都标在黄道上②。在极轴的方向有轴可以像真正的天体那样旋转，因而可以演示如何在黎明和黄昏测定众星上中天来确定时间和季节③。各种情况都和天体相符合。

梁代末年（公元 557 年），这座仪器放在皇宫的文德殿前。按照这座仪器的结构，可以把它看成是浑仪，可是它却没有窥管，也可

① 这里原文所用的“少”字（天文学家表示分数的标准说法之一），可代表第四位小数（参阅前面第 222 页）。从当时对圆周率的了解很深（参阅第十九章第八节）来看，此处尚按径一周三来计算是费解的。

② 从模型的形状推想，星辰在黄道上的位置是可以调整的。

③ 语出汉代纬书《尚书纬考灵曜》，见《古微书》卷二第二页正面。参阅前面第 446 页。从《宋书》卷二十三第八页反面开始的一段相似的话可以看出，钱乐之的浑仪是用水力运转的。

以把它看成浑象，可是它的外面却没有地平。可见，这是由两种仪器配合成的第三种仪器①。如果你研究它的作用，它多少有点像浑象，不过它没有歪曲宇宙的模式，它把地放在正确的位置，即把它放在天穹之中。

在三国时期（公元222—280年），吴国又有一位葛衡②1)（公元250年左右享有盛名），他精通天文知识，会制造巧妙的设备。他改造了天文仪器（浑天），使地固定在天穹的中心，并用机械使天转动而地不动③2)。它能演示出刻度日晷上的影如何与天的转动相符合的。

---

① 按照李淳风的说法，演示用浑仪似乎属于仪器中最晚出或派生出来的类型，但史实却清楚地表明，处于这个地位的是实体天球仪。

② 关于这位天文学家，我们几乎一无所知，不知是否与葛玄（道教发展的关键人物，参阅本书第二卷第十章第十节；活动年代在公元238年至255年间）或其侄孙葛洪（著名炼丹家，公元280年至360年）有关。

③ 此语又见《太平御览》卷二第十页正面，可作为旁证。

1) 按葛衡在《太平御览》卷二第十页正面上写作"葛衜"，并有注"衜古道字"。——译者

2) 各版《隋书》均作"天动而地上"，显然为"天动而地止"之误，现据《太平御览》卷二第十页正面改正。——译者

这就是钱乐之所仿造的一种。

到元嘉十七年（公元440年），钱乐之又做了一具小型天文仪器（浑天），每一度是0.2寸，直径2.2尺，周围6.6尺。二十八宿和所有赤道南北的星座，按照三派天文学家的观点，用白、绿和黄三种颜色的珠子标出来。太阳、月亮和五大行星都附在黄道上。它演示出天体的转动，而地平通过中心。

这些元嘉时期所造的仪器，在隋代开皇九年（公元589年）灭了陈国[①]之后，移到了长安（现在的西安）。大业初期（公元605年）移到东都（即洛阳）的观象殿。

〈渾天象：

渾天象者，其制有机而无衡。

梁末秘府有，以木为之。其圆如丸，其大数围。南北两头有轴。徧体布二十八宿、三家星、黄赤二道及天汉等。别为横规环，以匡其外。高下管之，以象地。南轴头入地，注于南植，以象南极。北轴头出于地上，注于北植，以象北极。正东西运转。昏明中星，既其应度，分至、气节，亦验，在不差而已。

① 三十年之前，陈朝在南京得自梁朝。

不如渾仪，别有衡管，测揆日月，分步星度者也。

吴太史令陈苗云：“先贤制木为仪，名曰浑天”。即此之谓耶？由斯而言，仪象二器，远不相涉。则张衡所造，盖亦止在浑象七曜。而何承天莫辨仪象之异，亦为乖失。

宋文帝以元嘉十三年，诏太史更造浑仪。太史令钱乐之，依案旧说，采效仪象，铸铜为之。五分为一度，径六尺八分少，周一丈八尺二寸六分少。地在天内，不动。立黄赤二道之规，南北二极之规，布列二十八宿、北斗极星，置日月五星于黄道上。为之杠轴，以象天运。昏明中星，与天相符。

梁末置于文德殿前。至如斯制，以为浑仪，仪则内阙衡管。以为浑象，而地不在外。是参两法，别为一体。就器用而求，犹浑象之流，外内天地之状，不失其位也。

吴时又有葛衡，明达天官，能为机巧。改作浑天，使地居于天中。以机动之，天动而地止。以上应晷度，则乐之之所放述也。

到元嘉十七年，又作小浑天。二分为一度，径二尺二寸，周六尺六寸。安二十八宿，中外星官备足。以白青黄等三色珠为三家星。其日月五星，悉居黄道。亦象天运，而地在其中。

宋元嘉所造仪像器，开皇九年平陈后，并入长

安。大业初移于东都观象殿。〉

在从这段内容丰富的话得出我们的结论之前，还须和王蕃[①]（约250年）的话进行对照；结论的最好的根据是公元1090年苏颂论浑象那一卷的引言。苏颂说[②]：

在天文历法馆里，过去没有天球仪（浑象）。我们根据《隋书·天文志》上所描述的方法，加以改进造成了。……按《隋书·天文志》的说法，经典上所记载的浑天象有球状部件而没有直管部件。梁代末年，秘府里有过一具，用木料制成，圆得象球一样，几个人伸开手臂才围得住。……

我们现在制成的就是这种仪器，我们简化了梁令瓒和张思训让太阳、月亮和五大行星[③]自动旋转的方法，让它们绕着黄道的365度分布，并且跟着天体的运动而旋转。

---

① 他的著作也称为《浑天象说》，有一部分保存在《晋书》、《宋书》、《隋书》、以及《太平御览》和《开元占经》中。《全上古三代秦汉三国六朝文·全三国文》卷七十二已把残文尽量辑在一起了。

② 《新仪象法要》卷中第二页；由作者译成英文。

③ 关于这个问题，可参看第二十七章第八节。

王蕃在他的《浑天象说》里说:"在演示用浑仪(浑象)里,地应当放在天的中心。可是这样做很不方便,我们可以反过来,简单地把平的柜顶当作大地。聪明的人可以看出这两者并没有实质性的区别,只是观点不一样而已。尽管它表面上有点奇形怪状,但却是完全合乎原理的。这实在是一件很巧妙的东西"①。这样把地浑(用平柜顶代表)放在天球仪(或演示用浑仪)的外部的办法,是王蕃发明的技术。

〈右渾象一座,太史旧无。今仿《隋志》增损制之。……《隋志》云:"渾天象者,其制有机而无衡。梁末秘府有,以木为之。其圆如丸,其大数围。……"

今所制大率仿此,并约梁令瓚、张思训法,别为日、月、五星,循绕三百六十五度,随天运转。

又王蕃云:"渾象之法,地当在天内。其势不便,故反观其形,地为外郭,而已解者,无异在内。诡状殊体而合于理。可谓奇巧也。"今地渾亦在渾象外,盖出于蕃法也。〉

---

① 见《全上古三代秦汉三国六朝文·全三国文》卷七十二第五页反面。参阅前面第110页。

这些话使我们得到如下的想法。公元125年，当张衡最先制作真正的浑仪时，他按照我们现在所了解的理由，把它做成两种形式：一种用于观测，另一种用于演示和计算。他似乎并未在正中放上地的模型。公元225年陆绩也没有放进去①。放进地的模型似乎是三世纪中叶葛衡的贡献。紧接着王蕃便采用另一办法，把天球的一半放在柜中，把柜顶当作地平。公元274年，刘智沿用葛衡的办法②。此后，演示用的浑仪就这样延续使用了几百年③。现在我们应当看一看，最后一个有代表性的浑仪是什么样子。

---

① 见《晋书》卷十一第七页正面；《宋书》卷二十三第五页反面；《隋书》卷十九第十五页反面。

② 参考文献及人名见表31。刘智的大地模型特别有趣，它作成方形，所以应当是扁平的。

③ 例如，公元520年陶弘景的浑仪（附有大地的模型）、590年耿询的浑仪、725年一行的浑仪（半隐于柜中）、以及979年张思训的浑仪。参考文献及人名见表31。鲁桂珍博士曾提醒我们，中国象牙雕刻师的得意杰作——多重镂空球［参阅 Holtzapfel & Holtzapfel (1), vol. 4, p. 426］，可能是演示用浑仪的一种奇特的而又经过大众化的变种。同样与浑仪有关而更为重要的，可能是平衡环（“cardan suspension”），这种发明在中国出现非常早（见第二十七章第三节）。

五世纪初，真正的天球仪开始出现了。我们知道，钱乐之至少制造了两具仪器[①]，一具属于传统的浑仪型（附有地的模型），一具是真正的天球仪。如前面所说，对天球仪的发展起过限制作用的因素，大概就是根据《星经》来编制标准星图的问题。张衡在这方面曾做了一些工作[②]，但他的手稿很快就散佚了。公元310年，陈卓（他和陈苗一样曾作过吴国的太史令）编制了第一部标准星图。据《隋书·天文志》的明确记载[③]，钱乐之的天球仪是以这些星图为基础的[④]。后来过了很久，第二个大天球仪出现了，这就是1090年苏颂置于

---

① 我们说至少有两具，因为从上文可以看出，《隋书》所载的梁代浑象与钱乐之所造的小浑天，尺寸不同。钱乐之所制造的浑象大概不止一个。

② 他的许多著作虽已散佚，但从传下来的书名来看，可以得出这个结论。

③ 《隋书》卷十九第二页。

④ 关于星图，见前面第238那一节。从陈卓到钱乐之，沉寂期间似乎很长，但可由历史情况作出解释。公元317年晋王朝败于北方少数民族，张衡、陆绩和王蕃的仪器都留在长安。到418年刘宋武帝收复古都长安，天文仪器才失而复得，此事对钱乐之及其同事一定起了很大的推动作用。见《宋书》卷二十三第八页反面开始那一节，译文见 Needham, Wang & Price (1)。

水运仪象台上的浑象（图 175）。接着是前面提到的郭守敬的浑天象①（1276年）。最后耶稣会传教士继承了这一传统，他们那些使用时钟机械的青铜仪器装饰得很美观，迄今仍陈列在北京旧城墙的观象台上②。

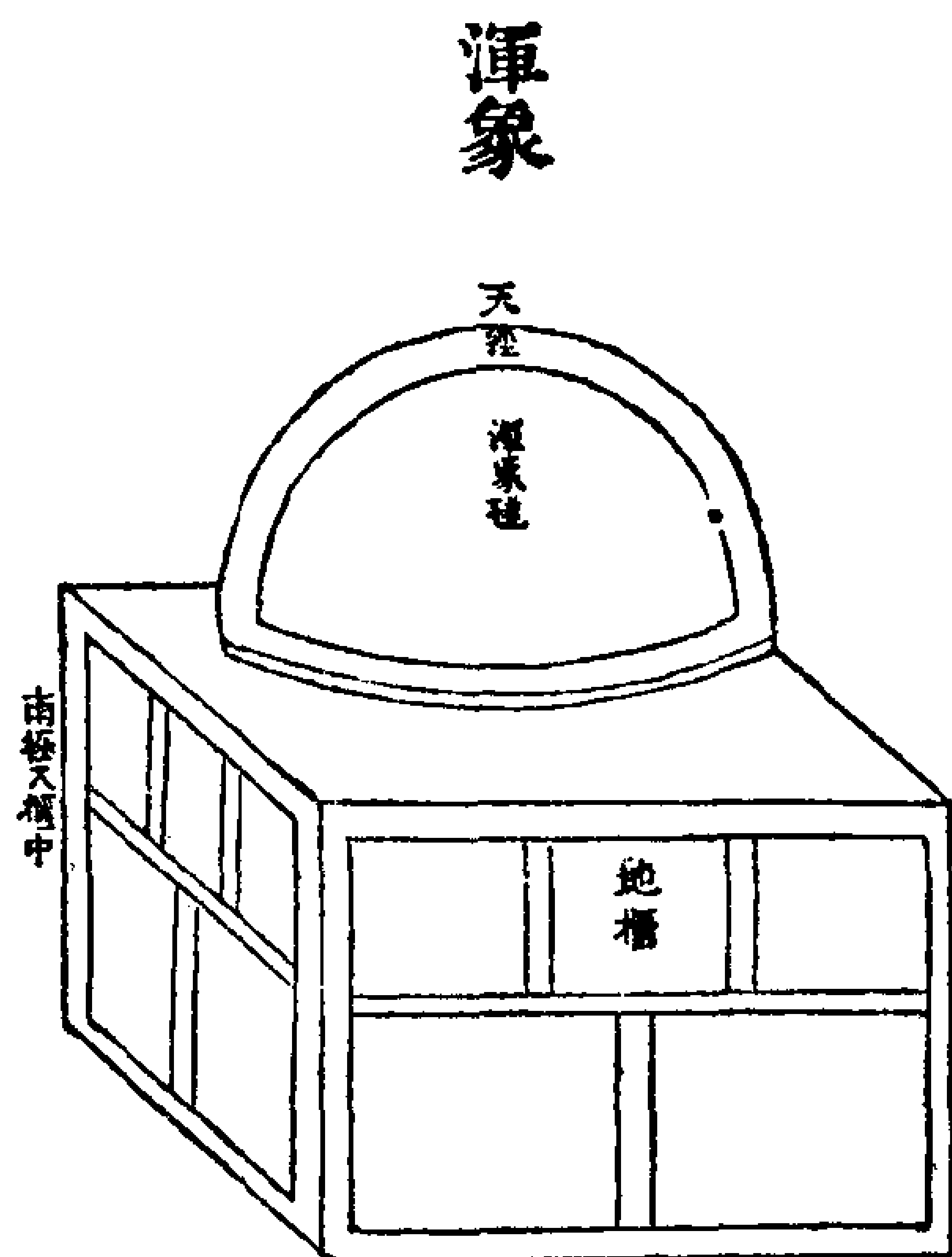


图 175　苏颂的天球仪，有一半隐在柜中，用水力时钟机械运转；采自《新仪象法要》（1092 年）。此仪原在开封水运仪象台第二层室内

① 参看前面第 459 页。

② 参看后面第 683 页。

在所有中国古天球仪中，我们了解最详尽的当然是苏颂等人在1086年奉诏建造、到1090年完成的浑象，因为他的《新仪象法要》卷中全部讲这具仪器。书中的星图[①]附有一套有趣的图解，从他所能得到的最古记录开始，结合计时器所报四季不同的昼夜刻数，表示出分至点位置的岁差变化[②]。遗憾的是，中国中古代早期天球仪竟无实物留存[③]。总之，中国的天球仪有些方面显得比欧洲发展缓慢，另一些方面却又较为先进。虽说到五世纪初才出现实体天球仪，的确是为期较晚，但演示用的浑仪至迟在三世纪中叶已装有大地的模型，这一措施是极其先进的。至于欧洲，直

① 参看前面第241页。

② 1137年发明了一种类似可拆开的天球仪或半边球的东西(《玉海》卷一第三十五页)；参阅本书第二十二章第六节及第二十七章第二节。

③ 我们也没有见到拱形天花板上的星图。公元714年建的伍麦叶(Umayyad)王朝的阿姆拉废宫的壁画[参阅 Hitti (1), p. 271]成为最值得重视的遗迹，它把绘在圆顶凹面上的星图保存了下来。关于阿姆拉废宫壁画中所表现的天文学知识，比尔[Beer (1)]曾进行过研究。圆屋顶在中国建筑中较少见，但在某些石窟中不一定没有画在天花板上的星图。中国正在进行的考古发现，必将把敦煌的荣誉发扬光大。

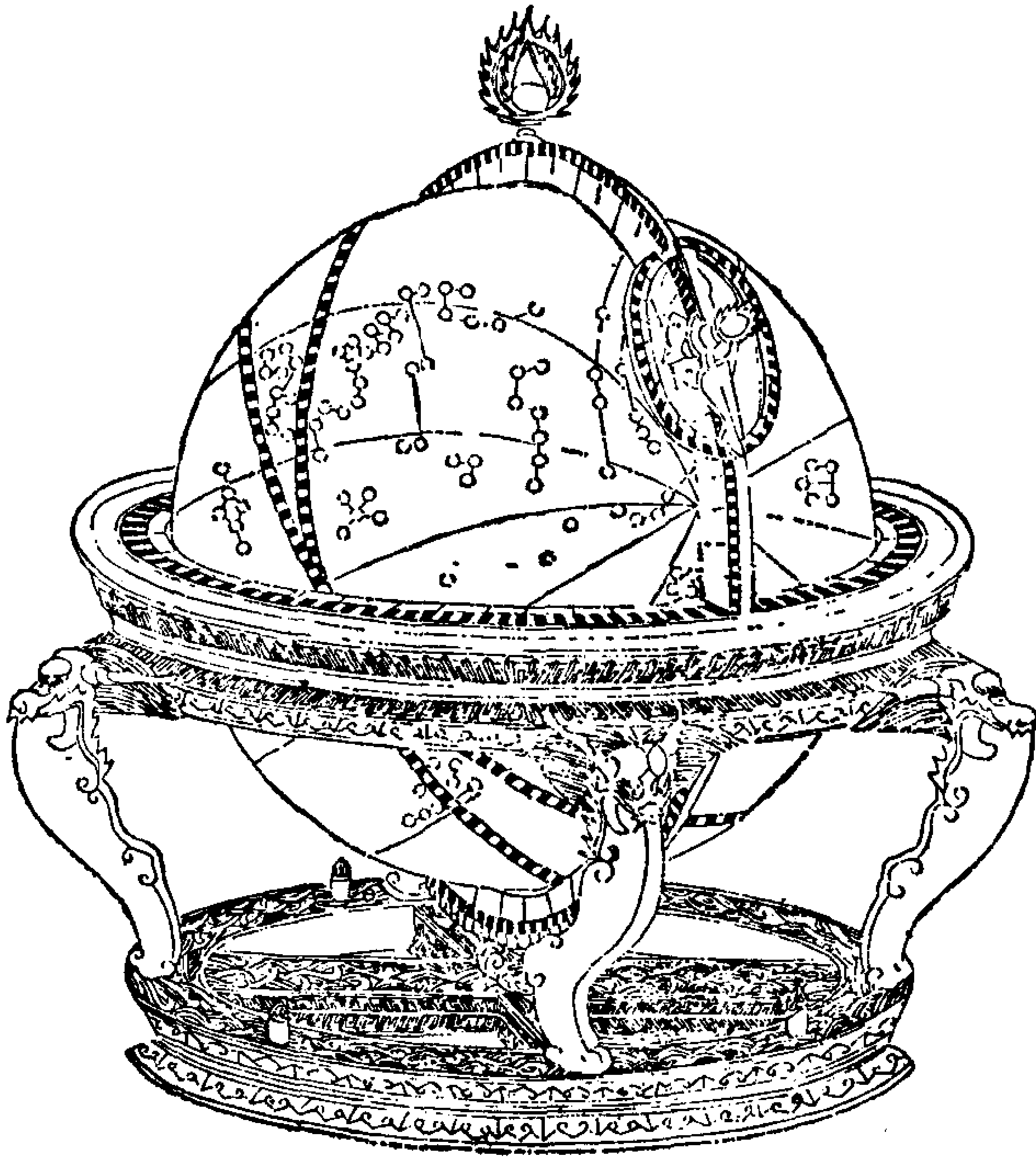


图 176　1673 年南怀仁为北京观象台制造的天体仪（采自《皇朝礼器图式》）

到十五世纪末才发展到这一阶段[①]。图 178 是卡罗尔·普拉图(Carolus Platus)在罗马制作的仪器，年代为 1588 年。图 177 是中国十八世纪制造的同样的仪器——耶稣会传教士的浑天合七政仪。

最后，我们来考察一下演示浑仪传统的最后一个代表，作为本节的结束。这个颇有趣的机械



图 177 十八世纪耶稣会传教士的浑天合七政仪；采自《皇朝礼器图式》(1759 年)

① 参阅 Price (3)。



图 178 演示用浑仪，1588 年卡罗尔·普拉图制 [采自 Price (3)]

装置虽然制成较晚，可能是十八世纪的产品，但是却包括两千年来亚洲时钟机械的种种特色。这是朝鲜制作的演示浑仪①。机械传动部分有报时和敲鸣的装置，完全起到时钟所起的作用。浑环(图 179)②本身直径 1 呎 4 吋，其中大地的模型直径

① 到 1936 年为止，这个浑仪一直是私人藏品。在五十年代的抗美战争中，不知是否幸存了下来。

② 此图采自 Rufus (2), p. 38; 鲁弗斯等的著作 [Rufus & Lee (1)] 也复印了此图，并有讨论。

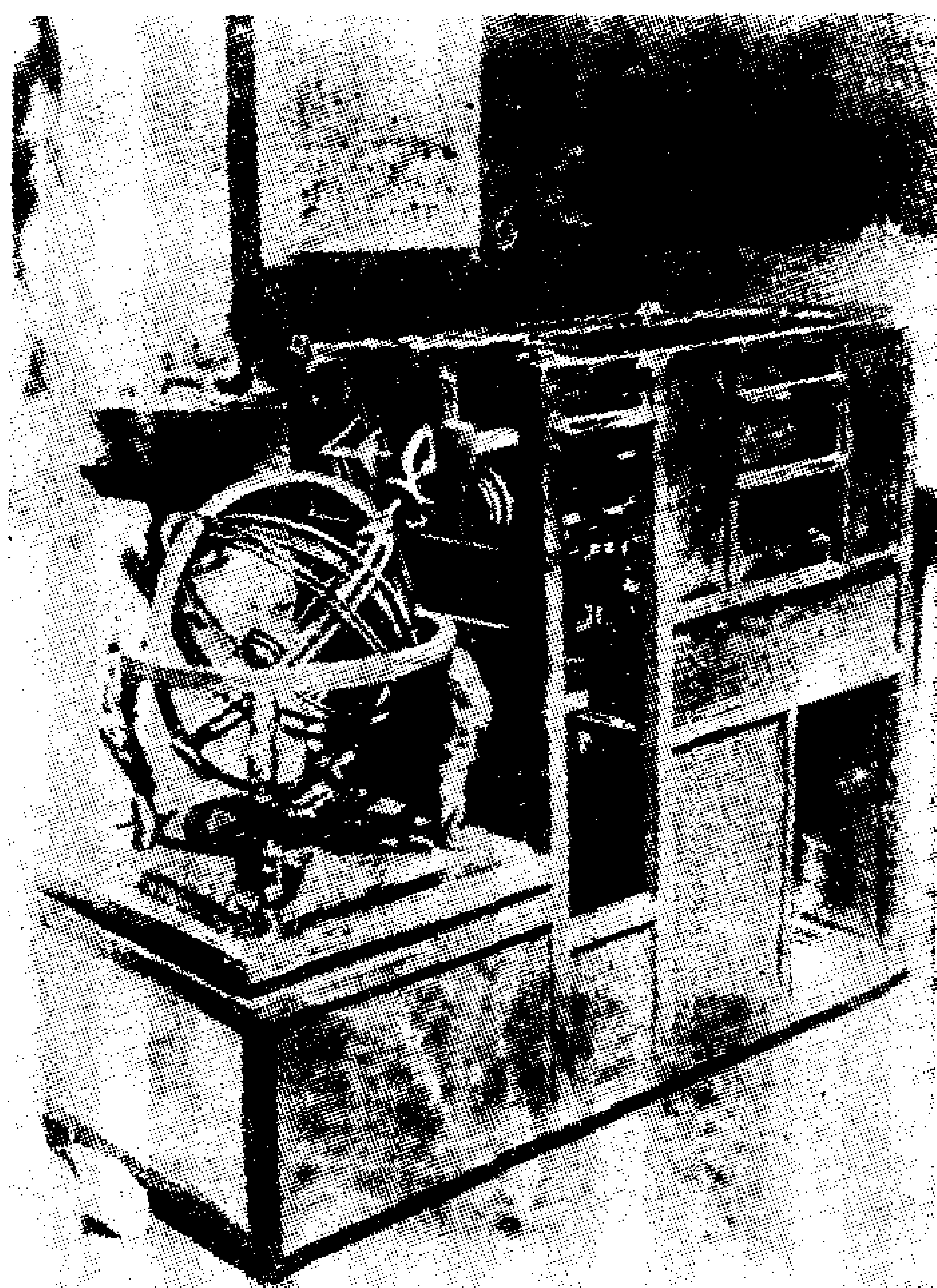


图 179　十八世纪利用时钟机械传动的演示用浑仪，朝鲜制造，但含有中国和阿拉伯仪器制作传统的种种特色（见正文）。1657 年崔攸之曾为汉城宫廷制造过这种类型的仪器

$3\frac{1}{2}$ 吋。太阳的位置在黄道带上示出，带上并标出一年二十四节气。月亮的运动则用白道环（视动轨迹）表示，上面标明二十八宿。我们今天在它的每一部件上，都可看到古代传统的影响：大地的模型本身来源于葛衡和钱乐之，地平圈的存在则使我们联想到王蕃和他的方柜。此外，利用迴

转极轴的传动装置，正好和从张衡到郭守敬时代所有使用动力装置的仪器相同；中间诸环（三辰仪）可以转动，正和苏颂的大型浑仪一样。用白道环表示月球的轨迹，使我们想到七世纪初叶李淳风的设计。地球模型上绘有各主要大陆，很象1267年札马鲁丁携往北京的地球仪[1]。最后，柜内的机械有两个悬锤，并由带有简单擒纵器的摆来调节。还有些古典中国式和阿拉伯式的机械装置(阿拉伯式是定时放下小球[2],再由水车提上去，窗口有木人报时)。关于这些古典机械装置，本书将在机械工程学一章中(第二十七章第八节)再详细论述。尽管我们无法知道这座天文钟的准确年代，但大概是从悠久的朝鲜传统发展来的。1657年崔攸之曾为朝鲜国王孝宗制过演示用水运浑仪，结果很成功。在对邻近中国的各民族的科学技术成就进行彻底的研究之前，中国文化区域内的科学史，总是无法写得足够完备的[3]。

---

① 参阅第479页

② 参阅本书第一卷第447页那一节

③ 关于朝鲜文化在科学史上的地位，见本卷附录。

八、历法天文学和行星天文学

关于中国历法的文献虽然很多，而且还在日益增加，但我们认为，这些文献在自然科学上的意义，远不如在考古学上和历史学上的意义来得大。所谓历法，只不过是一种把时日组合成一个个周期，以适合社会生活、宗教习惯或文化习惯的方法。历法的组成单元，有些以对人类显然具有重要意义的天文周期为根据，例如日、月和年；有些则纯属人为的，例如星期、小时、分、秒等。历法之所以复杂，只是由于它所依据的各种基本周期在相除时不能得出整数。福瑟林哈姆在一本讲历法讲得最好的通俗书［Fotheringham (1)］① 中写道：“两大发光体所供应的亮光受到天文学家所谓太阳年和朔望月的周期的支配，而季节的循环则是以回归年为转移的。现时朔望月的长度是29.5305879日，而回归年的长度却是365.24219日。”

① 其他讨论历法的书，除京策尔［Ginzel (1)］渊博详尽的著作以外，约尼迪斯［Ionides & Ionides (1)］和菲利普［Philip (1)］的著作也值得参考。

按前一数字编成的历法只以月球绕地球公转的周期为依据，不能预示季节的变迁；按后一数字编成的历法却又不能预示出朔望。望月在人类没有使用人工照明方法的时代，是相当重要的①。可以说，全部历法史就是不断试着调整那无法调整的日数和无数置闰② 体系的历史，所以它在科学上的意义是不大的。因此，我们有意在这方面写得简短一些。正如《晋书》③ 所说：

> 三种发光体的运行，并不像制历技术人员所计算的那样，在关系和比例方面，不一定

① 关于月亮对生物(从妇女一直到海胆)的明显影响，古人早有印象(参阅第一卷第 320 页)。古人也早就发现月亮对潮汐的影响。对于阴历与中国古代母系社会的关系，赫希堡 [Hirschberg (1)]、潘克里修斯 [Pancritius (1)]、科珀斯 [Koppers (1)] 及希罗柯戈罗夫 [Shirokogorov (2)] 等人的著作均有讨论。性问题与历法科学之间还有一种奇怪的联系。有些文献将古代一位著名的性问题专家——容成 [参阅第二卷第十章第九节第 (4) 小节] 也视为历法的创始者 [参阅 Kaltenmark (2), p. 56]。

② "闰"字从"王"，这充分表示制历工作中存在着专断性的社会因素。此字的确是"王在门中"，所以苏熙洵 [Soothill (5), p. 62] 认为此字与皇帝定期在宫中巡幸有关，皇帝在置闰的闰月中，居于明堂两室之间。

③ 《晋书》卷十一第六页正面；由作者译成英文，借助于 Ho Ping-Yü (1)。这段话出自王蕃《浑天象说》(见《全上古三代秦汉三国六朝文·全三国文》卷七十二第三页正面)，写作年代约为公元 260 年。

有不变的规则。因此，各派天文学家的历法表现出相同之处和不同之处。当把这些方法互相比较时，自然会发现它们有参差不齐的地方。

〈三光之行，不必有常术。术家以算求之，各有同异。故诸家历法，参差不齐。〉

但是，古代和中古代在估计行星公转周期时所达到的准确度，是有真正的科学贡献的。

关于中国历法的各种问题，大概以邢云路1600年前后著的《古今律历考》为最重要的资料。欧洲关于中国历法的早期著作①，虽说不是全然无用或完全错误，可是它们的历史性结论已被董作宾(1)等人对商代甲骨文的新研究所取代了。德

① 例如 Ideler (1); Fritsche (1); Kingsmill (2); Kühnert (1, 2)。英国皇家学会早期会员对中国历法颇感兴趣。大英博物馆有一份中国历书的抄本(伯奇手稿收藏品第4394号，第26叶)，上面有"借自玻意耳先生，1671年10月29日"等字样。罗伯特·胡克大概曾研究过此抄本，隔了几年他在《哲学汇刊》(*Philosophical Transactions*)上发表了一篇有关中国的文章，文中曾摹写出一些汉字，并讨论了中国的测时问题。我们已将这篇文章的精华[出自1707年 *Miscellanea Curiosa* 转载的节本，参阅 Anon. (33)]刊于本书第一卷的卷首[1]。另外有一本历书是1408年的，藏于剑桥大学马格达伦学院佩皮斯图书馆，佩皮斯本人误认它是手稿，列入了手稿的目录。

1) 见本书中文版第一卷第一分册目录前面的引文。——译者

涉素 [de Saussure (16d)] 和哈特纳 [Hartner (4)] 的著作年代较近，比较有用，不过探讨得最详细的却是一些日文著作①。至于论中国历代一百多种官定历法② 先后表达的近似值，有一部内容丰富的中文著作，即朱文鑫 (1) 的《历法通志》③。最

① 例如，桥本增吉 (2)、薮内清 (8)、新城新藏 (2, 4, 5)、饭岛忠夫 (7) 等人的专著和论文。

② 其名称及细节将在本书最后一卷的名词解释表中列出。

③ 在关于各个时期的专门研究中，值得提出的有沙畹 [Chavannes (13)]、刘朝阳 (5,6,7,2) 和饭岛忠夫 (6) 等关于商、周的文章。艾伯华 [Eberhard (14)] 认为有可能找到一些很古老的地方历，并认为正是由于有过这些地方历，才使人想到夏、商、周三"朝"各有过官定历法。饶宗颐 (1) 曾描述过一种有趣的古历表；这种历表写在丝织物上，出于楚国，年代约为公元前四世纪。关于汉代历法，有新城新藏 (6)、艾伯华和韩世龄 [Eberhard & Henseling (1)] 作过研究。关于公元前 104 年和公元 85 年的改历，有薮内清 (7) 和俞平伯 (1) 作过研究。关于北齐历，有严敦杰 (12)。关于隋、唐历，有薮内清 (1, 9) 和董作宾 (2)。关于当时的佛教影响，见艾伯华的文章 [Eberhard (12, 15)]。关于摩尼教的影响，见沙畹等 [Chavannes & Pelliot (1)]、伟烈亚力 [Wylie (15)] 和叶德禄 (1) 的文章。关于宋代的历法，见薮内清 (14)。关于元、明历法，见薮内清 (15)。金代的历法，见严敦杰 (11)。钱宝琮 (1) (第八章) 论中国中古时代数学和历法科学的关系，颇有意思。

日本历法与朝鲜的 (见附录) 相同，是由中国历法派生出去的，见神田茂 (3) 及薮内清 (16)。公元 604 年以前，传统的日置历纯为阴历。公元 604 年朝鲜僧人劝勒 (又名僧都) 把何承天的《元嘉历》(公元 443 年) 传入日本，即被正式采用。后来陆续出现了多种历法，到公元 861 年改用《宣明历》，一直用到 1684 年为止。《宣明历》是公元 822 年徐昴所制，在中国本国只用了 71 年。《宣明历》抄本至今尚不罕见。

后，我们可以提到李锐论七种古历的书，这部著作到今天仍有价值。

关于中国人定回归年“岁余”和恒星年（“岁实”）的准确度，前面[①]已分别作了一些估计。到五世纪以后，两者的数值都颇为精确了。关于朔实（朔望月的长度），马伯乐已收集到类似的数据

表 32　朔望月长度值

	朔望月的长度（日数）
真值	29.530588
据卜辞（公元前十三世纪）推断②	29.53
杨伟（《景初历》，公元 237 年）③	29.530598
何承天（《元嘉历》，公元 443 年）④	29.530585
祖冲之（《大明历》，公元 463 年）⑤	29.530591

① 表 30，前面第 279 页。

② 参看董作宾(1)。

③ 《宋书》卷十二第十页反面，第十四页正面；《晋书》卷十八第二页正面，第三页反面。

④ 《宋书》卷十三第一页反面，第三页正面。

⑤ 《宋书》卷十三第二十六页反面，第二十七页反面。

(表 32)[①]。即使是在十三世纪的元代，所求得的近似值也不见得比这更好；耶稣会传教士的历法被采用的理由之一，在于他们计算年、月长度较为准确。然而因为根本没有一种历法能使两种周期相吻合，所以这次改历在科学上价值不大。一日的余数叫作“小余”，除以“日法”，即得出相当于表32所列小数的一个余数。

(1) 日、月和行星的运动

关于月球的运动，中国固有的天文学从未用几何学方法作进一步的分析。《逸周书·周月》一章是关于月球运动的最早记载之一，年代大概早于公元前三百年。《淮南子》上有一段关于月亮运动的说明[②]，说月亮每天向东移动13度，这是后来采用很久的数字。石申已经知道月亮运动的速率是有变化的，并时常偏离到黄道以南或以北[③]。

---

① 参看 Maspero (4), pp. 238 ff.。

② 《淮南子》卷三第七页反面，第八页正面。

③ 《开元占经》卷十一第三页正面。

速度较快时叫作“朓”，较慢时叫作“侧匿”。关于月行九道（“九行”），最早的记载见刘向的《洪范五行传》（约公元前10年），叙述相当详细[①]。依照自古相传的习惯，九道分别画成青、白、红、黑等色（正如赤道为赤色，黄道为黄色）[②]。关于这种汉代天文学说，钱宝琮(4)的著作中有所研讨；至于它在三世纪时简化的情况，艾伯华和米勒［Eberhard & Müller (2)］已经讨论过。月行九道之图见图180，这是梅德赫斯特（Medhurst）提供的一幅晚清木刻图[③]。

四季的日数不相等，这在中国发现相当晚。虽然从汉代天文学家所用的数据来看，他们已经知道二分点不在二至点的正中，而且正是这个事实在公元前二世纪使得伊巴谷认识到太阳的轨道是椭圆形的[④]，但在中国直到张子信及其学生张孟宾的时代（北齐，约公元570年），才认识到这一

① 参阅《畴人传》卷二第十六页。前面第238页已提到过公元前52年耿寿昌关于月球轨道的描述。

② 在较晚的书中（例如明代的《蠡海集》第五页正面）仍如此复印。

③ 参看 Barlow & Bryan (1), p. 163; Thomas (1), p. 314。

④ 参看 Berry (1), p. 43。

点①。

在第十九章[第九节第(5)小节中]介绍唐代历算家李淳风的时候，我们曾谈到过招差法。招差法是一种重要的代数学方法，可用以求出各种算式(例如表示太阳的角运动的算式)中的常数。人们认为这种方法始于五世纪及六世纪之间的祖

① 参看 Gaubil (2), p. 59; 陈遵妫(5)，第117页。又见《梦溪笔谈》卷七第十一则；胡道静(1)，卷上第294页；《畴人传》卷十一。比约[Biot (1), p. 71]认为，印度《苏利耶历数全书》关于同一问题的观点，是以张子信和张孟宾的著作为根据的。但是，印度天文学中有许多希腊的东西，《苏利耶历数全书》的主要部分至少可追溯到公元400年。从这些事实来看，如果印度和中国不是各自独立的发明，那末，二张的著作倒似乎受到过印度的影响。宋君荣曾注意到，《北齐书》卷四十九第九页反面《张子信传》(参阅《北史》卷八十九第二十页反面)并未提到曾受外来影响，不过关于张子信生平的叙述也很简略，只说他常在山中隐居而已。六世纪时中国已有很好的浑仪，据说张子信及其弟子曾用"圆仪"进行观测(《隋书》卷十七第四页正面；亦可参阅卷十九第二十七页及《新唐书》卷二十七下第一页正面)。因此，似乎可由此得出结论说，二张等所定的二分点远比只用古法测定圭表影长为准确。虽然可能有过外来的刺激，但新知识对于中国天文学理论来说，并不像对于希腊几何理论那样重要。就历法研究工作而言，在中国明确讲述四季长度不相等的年代可能仍然有重要意义。德莎素[de Saussure (33)]由于搞清这一点，才解决了伯希和研究公元前63年汉简中的历表所碰到的困难。

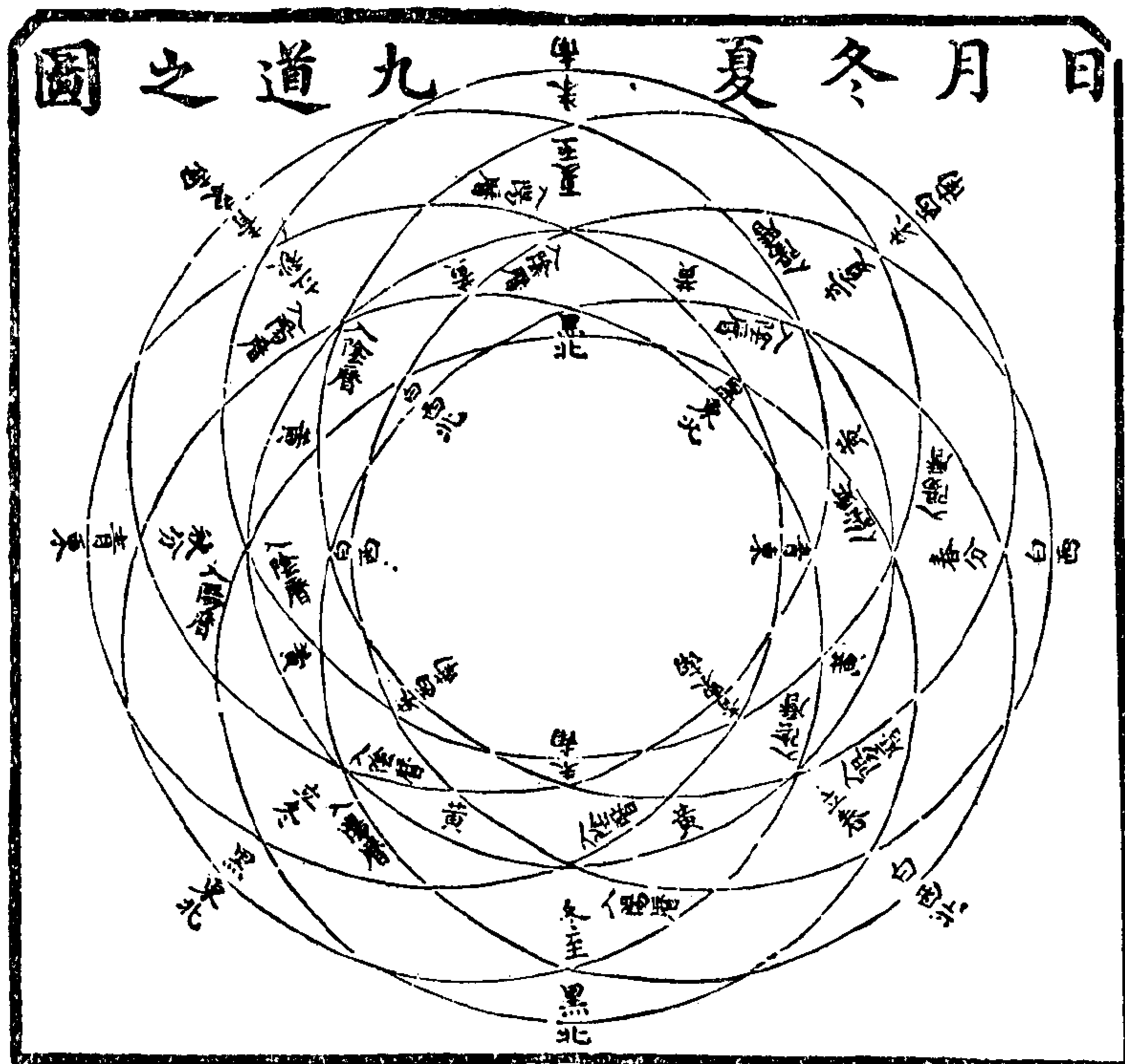


图 180 晚清重刻的月行九道图。此图表示月球轨道的长轴逐渐向前移动，在八年到九年之间（实际为 3232.575 日），先后通过远地点的八个位置(图上最外侧的突出部分)。“九道”当然是由一条线旋绕而成,而不是分开的九条线,但此图是按汉代传下来的古法画出的

冲之和刘焯，因此，它在二张的时代可能已经有了。从诺伊格鲍尔的著作来看①，此法可能很早

① 参看 Neugebauer (1), pp. 28 ff.; (9), pp. 98 ff.; (10)。阐明这一点的最重要的著作是 Kugler (1, 2)。

在巴比伦就已出现。公元前七百年以后，在巴比伦，有系统的观测活动给天文学家提供了各种主要周期（日、月的运行和行星的公转）的相当准确的平均值。有了这个基础，就可以使用简单的内插法和外推法了。但后来到公元前四世纪或三世纪的某一时期，有些富于创造性的天文学家[1]想到，可以把复杂的周期现象看作是几种别的简单周期的总合，其中每一种简单周期都比原来的周期简单得多。例如，太阳的实际运动是偏离等速运动的，这些偏差可以当作是周期性的升降，可以按最简单的直线变化来处理[2]。

按照诺伊格鲍尔的说法，这里实际上已有了“摄动”这个概念的要素，这一概念在天体力学的各个方面都很重要，从而由此推广到精密科学的

① 这大概是纳布里亚努 [Naburiannu (Schnabel)]。关于这个人，见 Neugebauer (9), p. 130。

② 这些“线性折线函数”历表发现于公元前约250到前50年之间（落下闳和司马迁的时代）的楔形文字中。见 Neugebauer (9), pp. 110 ff.。塞琉古时代的巴比伦人已能利用这些函数表来预报月食（兼报其食分），结果相当令人满意；但他们所预报的当然不是日食，因为要预报日食，需要对太阳系有充分了解。当时他们只能预知日食大概何时可能发生，何时不可能发生。

每一分支上去。但是，这是一种代数学的方法，而不是几何学的方法。特性常数（例如周期运动的周期、振幅和位相）的测定，不仅需要高度发展的计算方法，而且最后在观察数据所规定的外部条件下①，必然会产生一系列方程式的求解问题。此外，塞琉古时代的“迦勒底人”曾按照日、月运行的原理，制成五星历表。他们的成果和按照托勒密行星理论编成的相近，但是既没有利用圆周运动来解释，也没有使用其他任何力学方法。巴比伦的代数学概念肯定对丢番都(Diophantus，三世纪晚期)有影响②，但对伊巴谷那个几何学派中的希腊人却影响不大③。这种巴比伦方法大概通过一条迄今未弄清的途径传到了东亚④，促使在中国

① 参看 Neugebauer (1), p. 33。

② 参看 Neugebauer (1), p. 114。

③ 这不是说伊巴谷不曾用巴比伦的经验性数据；参阅 Neugebauer (1), p. 118; (9), p. 151。一般认为，“迦勒底人”贝洛索斯(Berossos，即 Berussu，公元前 270 年左右曾在科斯岛建一学校)的教学活动，是使巴比伦的天文知识传入希腊的重要因素之一。人们很希望知道，向东方去而不是向西方去的巴比伦星象家，曾经有过些什么人。

④ 由此看来，如果可能的话，先把大夏(巴克特里亚)在科学上的成就搞清楚是很重要的。我们前面已经讨论过康居作为东西交通的中间驿站的可能性(前面第 78 页起)。

数学中占优势的代数学特点固定下来，并且特别对中国天文学中的代数学方法起了刺激作用，使它在五世纪时得到发展。类似的传播也把巴比伦的方法带到了印度①。

在日、月运行的计算方面，中国的历表和巴比伦的相似，其实这早已为人们所觉察。因此，塞迪约② 从罗德岛的给米努 (Geminus of Rhodes, 公元前70年著称) 等人的希腊文献中知道了"迦勒底"的方法③之后，就由某些断代史④和他所能看

---

① 由此可见，印度天文学的详情只有借助于美索不达米亚天文学的研究才能搞清楚。诺伊格鲍尔 [Neugebauer (9), pp. 165, 169] 说："现在我们可以利用巴比伦论行星的古书来了解彘日著的《五大历数全书续编》(*Pañca Siddhāntikā*) 的所有各篇。"他承认，施纳贝尔 [Schnabel (2)] 在三十年前首先发现印度天文学与巴比伦天文学的许多相似之处。关于目前的研究情况，诺伊格鲍尔的著作 [Neugebauer (12)] 中有富于启发性的综述。他着重指出，印度天文学具有双重性：在印度南部泰米尔的文献中，发现有不少巴比伦的算术和代数学方法 [参阅 Neugebauer (11)]；在印度北部的《苏利耶历数全书》中，则可明显地看出希腊几何学的影响。

② 参看 Sédillot (1), p. 11; (2), pp. 483, 492, 617, 624 ff.。

③ 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 212。

④ 例如《元史》卷五十四第十九页正面那一节。

到的宋君荣手抄历表[1]中，认出了其中所包含的“折线函数”。郭守敬在关于这方面的简短回顾[2]中告诉我们，第一个制定这种历表的人是公元206年的刘洪。刘洪还使用了表达不规则运动中加速位相和减速位相的术语，即“疾”和“迟”。对于前一位相，差数是加上去的；对于后一位相，差数是要减掉的。每一位相分为两半，一半叫做“初”，一半叫做“末”[3]。

对中国星历表及其与巴比伦天文学的关系，需要加以彻底的研究[4]。薮内清(9)和艾伯华[Eberhard (12)]已开始进行这一项工作。我们在这里只想略提一下，《七曜攘灾诀》中有十分详细的自公元794年起的五星历表。此书与康居人

---

① 参看 Gaubil (3), pp. 131, 133, 141。

② 《元史》卷五十二第二十九页反面。

③ 我们知道，塞迪约[Sédillot (7)]认为月球运动的第三种不等性(二均差)是阿布尔-瓦法(Abū'l-Wafā')在公元十世纪发现的。

④ 例如，塞迪约[Sédillot (6, 8), (2) p. 80]认为．郭守敬所用的历表(见《元史·天文志》)是以公元1007年伊本·尤努斯(Ibn Yūnus)的哈克米特历表(*Hakemite Tables*)为根据的，但这一点尚待进一步证明。

有关，编者是九世纪的金俱吒。唐代天文学家还另有一些星历表，见于《百中经》、《五星行藏历》和《金匮经》等，《百中经》的星历表似自公元 657 年开始[①]。由于远在公元前第一千纪的初期，美索不达米亚文化区的计算技术已向外传播，因此，中国和古伊朗的关系是令人感兴趣的问题。

(2) 干支(六十)周期

在中国文化中，最古的纪日法并不以太阳和月亮为依据。这种纪日法就是我们曾经多次提到过的干支六十周期体系[②]：用包括十二个字的一组字（所谓"支"）[③]和包括十个字的另一组字（所谓"干"）[④]配合起来，成为六十组由两个汉字组成

① 《开元占经》卷一〇四第二页正面；亦可参阅 Eberhard (12), p. 228。

② 见本书总论(第一卷第五章，第162页)、伪科学章（第二卷第十四章第一节）及数学章（第三卷第十九章第七节第（1）小节）。

③ 地支的十二个字是：子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥。

④ 天干的十个字是：甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸。

的序数，周而复始地循环下去。这些字在商代甲骨卜辞(公元前第二千纪中期)中最常见，当时是用它来纪日的。至于用它来纪年，则是西汉末年(公元前一世纪)才开始的①；自此以后，它就同时用于纪日和纪年，并且一直沿用到近代②。这些作周期符号用的汉字的起源，已由于远古的渺茫而失传。关于这一问题，现代学者如高本汉[Karlgren (1)]，并不像德莎素[de Saussure (8, 9)]那样自以为是③。

不论干支周期是否起源于巴比伦，用六十日作为一个计算单位是够方便的，因为循环六次便

---

① 恰特莱[Chatley (19)]认为是公元4年。德效骞[Dubs (2), vol. 3, p. 330]提出证据，证明是公元12年。纪日和纪年同时并用使得中国的元旦可以是干支六十周期中的任何一天[参阅 Fritsche (1)]。

② 此法在马拉加和在撒马尔罕(兀鲁伯)都认真使用过[Sédillot (3a), pp. 32 ff.]。关于中国历和回历的关系，见严敦杰(10)和刘凤五(1)的文章。十八世纪初，卫方济[Noel (1)]及维格诺勒斯[des Vignoles (1)]已将中国的干支六十周期介绍到西方。

③ 其中少数字的含义可认为已考证明确，例如巳原是胎儿之形[参阅 Hopkins (6, 27)]；戌是人荷斧钺之形，可代表猎户座[Shinjō (1)；桥本增吉(2)]。

差不多等于一回归年了。表达年的“岁”和“年”这两字，似乎是由表示收获和年终祭祀的象形字衍生而成的。六十日周期又分为六个周期，每期十日(即“旬”，此字显然表示日数的“小计”)①；同时，六十日周期也差不多等于两个朔望月。表示月球的“月”字同时又代表年月的月。必要时可置一至三旬的闰，偶尔也可插入整整一个六十日周期。十日的周期制(旬)一直沿用到近代，农村至今还在使用②。七日的星期制是从国外传入的③，从公元1205年左右的记载④看来，传入的年代不会早于宋代⑤。

① 参看新城新藏(1)。

② 法国大革命时曾有人试图把它介绍到欧洲使用，但未成功[Anon.(26)]。

③ 据科尔森(Colson)卓越的专著说，西方的七日制原出于希伯来，直到公元初才以行星名作为日名。关于它传入中国的经过，见Wylie(15); Chavannes & Pelliot(1)。参阅Schiaparelli(1), p. 260。

④ 见《履斋示儿编》卷二第三页正面。

⑤ 有一些证据可证明周代有一种早期的七日周期制，不过没有传下来[王国维(3); 参阅新城新藏(1)，第8页]。董作宾(7)把这种七日周期同周代铜器铭文中的“生霸”、“死霸”和“既生霸”、“既死霸”四词联系起来，使每一朔望月有四个周期。此制在公元前十至八世纪似曾用过。其所以废弃，可能是由于中国古时特别爱用十进位制。

中国的干支六十周期可以比作两个互相啮合的齿轮，一个轮有十二齿，另一个有十齿，这样，配成六十个组合序数后，新的循环便又开始了。中国古文化与美洲古文化有一些相似之处，其中最有趣的一点就是美洲古代也有类似的周期制，不过较为复杂[①]。莫利（Morley）在他介绍马雅文化的书中说[②]，马雅人有两种年，一种是宗教年（*tzolkin*），每年260日，由数目字1—13同20个纪日的象形字循环配合而成；另一种是历年（*haab*），每年365日，由20个纪日的象形字同19个月配合而成[③]；然后这两种年再互相配合，周而复始。在这种场合下，相配合的两个齿轮分别为260齿和365齿，整个周期为18980日或52年。阿芝特克族[④]和中美洲其他文化所用的便是这样配合而成

① 哈特纳［Hartner (10)］也有这方面的记述。

② 参看 Morley (1), pp. 265 ff.。亦可参看 J. E. S. Thompson (1)。

③ 其中十八个月各有二十日，一个月只有五日。

④ 阿芝特克族的周期称为"多纳拉马脱"（*tonalamatl*），见 Spinden (1)。

的周期①。可是由于其公倍数不便计算，所以马雅人又发展了一种以二十进位为基础的并行的制度[屯斯(*tuns*)，卡屯斯(*katuns*)，巴屯斯(*baktuns*)，等等]，这一制度给他们提供了一套极其精确的纪时法②。

一般认为十干是由五行说与阴阳说相结合而成的 [de Saussure (8)]，但从它的时代远早于这两种晚周学说来看，这种看法恐怕是不正确的。新城新藏 [Shinjō (1)] 认为它是每旬十日的名称，很可能是对的。到了西汉，十干才和十个出处不明的占星术名称发生了联系③1)。至于十二支，则很早便用在一年十二月上，不过其他方面也用，特别是作为方位（罗盘上④）和十二时辰的名

① 参看 Burland (1)。美洲最古的历法记事其实是属于札波太克人（Zapotec），可能比马雅人的早三个世纪，但较简单。

② 一个 52 年的周期大约相当于 $2\frac{1}{2}$ 卡屯斯。

③ 参看 Chavannes (1), vol. 3, p. 652; de Saussure (1), p. 220。

④ 见表 34，详见本书第二十六章第九节。亦可参阅前面第 158 页及 245 页。

1) 所谓“十个来源不明的占星术名称”，指《尔雅 · 释天》及《史记》等所载的“岁阳”、即阏逢、旃蒙等。——译者

称[①]。有人以为，这十二个周期符号可能渊源于每月例行的仪式[Bulling (1)]。中国人还另有一套同时并用的占星术名称，大概是出于岁星（木星）纪年[②]。因此，下面就要谈到五星周期的问题。

---

① 在商代早期，即大约在公元前 1270 年以前，并不把昼夜划分为若干等长的时，大概只有五、六个名词用来表示黎明、中午、黄昏等。但后来开始使用七个专名把一日分为六等分，午夜还另有一个专名。这些习俗惯例已由董作宾 (1) 等加以证实(参看《殷历谱》上编，卷一第四页反面那一节)。把一昼夜等分为十二时辰的做法是汉代(公元前二世纪以后)才确定下来的，但可以上溯到周代。《左传》公元前 534 年的一段话 [Couvreur (1), vol. 3, p. 129]，似乎说明当时一昼夜只分十个时辰，而其中二个时辰长达四个小时（参阅《小学绀珠》卷一第二十三页反面)。《国语》卷三第三十六页上有一节记载说明公元前 519 年的一次议论的主题，表示十二支在公元前四世纪或三世纪曾用于十二时辰。近代的二十四小时制是由古代十二时辰制发展而来的，而十二时辰制无疑可追溯到古巴比伦把一昼夜分为十二个等长的卡斯布 (*ḳas. bu*) 的做法 [见 Ginzel (1), vol. 1, p. 122]。中国的十二时辰很可能由此而来。中国的五更制与巴比伦相似，并且确实沿用了很久。全部问题可参阅 de Saussure (9), Chavannes (7), Needham, Wang & Price (1)。

② 见表 34。

(3) 行星的公转

关于中国古代的行星天文学，最合适的解释见马伯乐的著作[Maspero (3)][1]。《开元占经》[2]上载有公元前四世纪以后天文学各学派传下来的一些基本术语。我们前面已指出[3]，五大行星各与五行之一和五方之一相配合，即：

(1)	木星	岁星	木	东
(2)	火星	荧惑	火	南
(3)	土星	镇星	土	中
(4)	金星	太白	金	西
(5)	水星	辰星	水	北

五星的向前的视运动称为"顺"，向后的视运动称

---

① 关于行星，施古德[Schlegel (5)]也有大量资料，大部分是可靠的；德莎素的著作[de Saussure (1), pp. 430 ff.]也值得一读。

② 《开元占经》卷六十四第十一页反面那一节。

③ 见本书第二卷第十三章第四节关于象征性关系的讨论。参阅《淮南子》卷三第三页正面。

为“逆”①。仿此，上升(不管是否偕日)称为“出”，前行称为“进”，方向改变称为“返”，逆行称为“退”，最后隐没不见称为“入”。短距离的逆行称为“缩”，意料外的速进称为“赢”，或称为“疾”(又称“速行”)。星在某处出现并在该处保持不动，就说是“居”或“留”在某处；如果“居”或“留”超过一特定的长时间（二十天以上），就用“宿”或“守”的字样。这就是说，那颗星在“守”着邻近的星座。如果确实进入了那个星座，就说是“犯”某座。格外缓慢的运动叫作“迟行”。五星的总称叫作“五纬”或“五步”。这些术语最初见于公元前四世纪诸家著作之中，后世都保留下来了。

战国时代的观测者，一定已按他们自己的方法，给五星的运行绘了图②。关于五星的逆行，司

---

① 这个术语在哲学上有一定的重要性，详见后面第四十六章。司马迁观察到，古时只有对远较其他星的逆行明显的火星逆行有记载［《史记》卷二十七第四十二页反面；Chavannes (1), vol. 3, p. 409］。

② 希腊关于行星运动的知识，参阅 Bouché-Leclercq (1), pp. 111 ff.。

马迁在《史记》[1]中记了许多。这里复印了一幅晚出的表示水星逆行的图[2](图181),可说明它在中国是早已熟悉的[3]。我们把公元前400年至公元100年之间行星公转周期的多次估计数字比较一下,便会发现当时的天文学显然在日趋精密(表33)。由此可见,在一世纪即将结束时,会合周期的预测已经很可靠[4]。西方在这方面略晚些,情况却大致相似,因为公元175年前后斯多噶派学者克莱奥梅泽斯[5](Cleomedes)提出的一些数字具有相同的准确度。水星最难观测,它所引起的困难当然也最大[6]。

---

① 例如《史记》卷二十七第十九页正面,第二十二页正面和第四十三页正面;Chavannes (1), vol. 3, pp. 365, 371, 409;朱文鑫(5),第28页。我们在本书第二卷第十八章第六节第(4)小节已指出这一点。可惜,纳林[Narrien (1), p. 349]竟写道:"在欧洲天文学传入以前,中国人并未观测到行星运动的顺逆交错。"

② 《图书集成·乾象典》卷二十七第十六页正面。

③ 在九世纪天文学手抄本中发现的环状黄道图正好与此图相似[Zinner (2), p. 56]。

④ 对汉代史书关于行星周期的记载,艾伯华等[Eberhard & Henseling (1)]已作了分析;艾伯华[Eberhard (12)]并研究了有关的唐代佛教典籍。

⑤ 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 211。

⑥ 在托勒密的行星经度观测数据中,误差最大的是水星。

尽管观测如此准确，但中国的行星运动研究却停留在纯属非图解法的阶段上。在希腊天文学研究中，圆和曲线的几何图形占有非常突出的地位。中国人则不然，他们总是使用巴比伦天文学家纳布里亚努(Naburiannu)、基等奴(Kidinnu)那

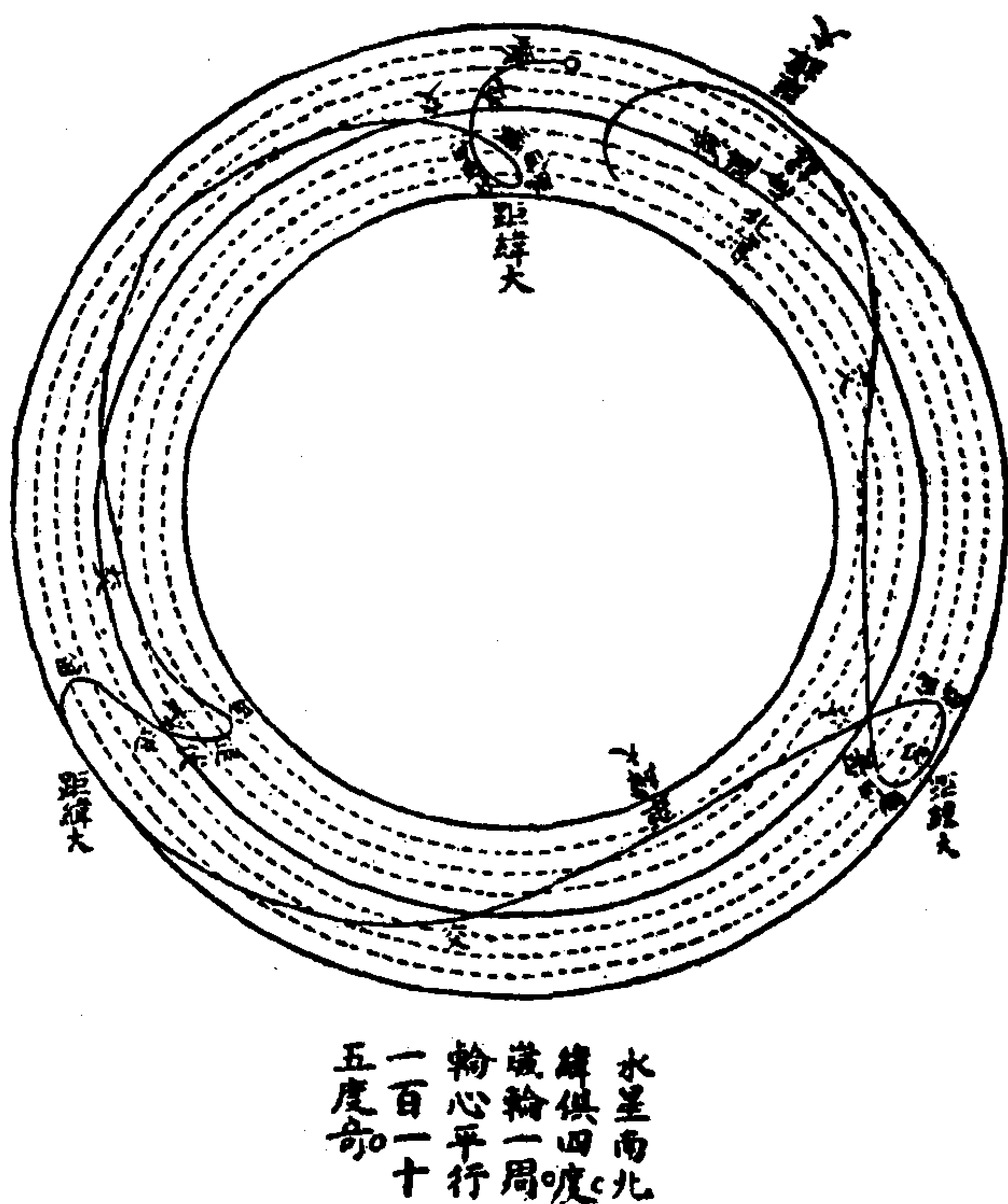


图 181　表示水星逆行的环状黄道图(采自 1726 年的《图书集成》)。从公元 635 年的《晋书》所载定义来看，图中所用表示五星运行的术语是很古的

样的代数学方法[1]，始终未寻求行星运动的几何学理论[2]。如果说中国天文学在耶稣会传教士入华时显得有些陈旧的原因就在于此，那末，人们还必须记得，从开普勒及其继承者为摆脱圆周运动理论[3]而作出的巨大努力来看（文艺复兴时期的科学家的确都曾为此努力），希腊人依靠几何学却也未免太过分了。

话虽如此，我们却不能匆匆忙忙地假定中国天文学家从未理解行星的运动轨道。《朱子全书》中的天文卷[4]是颇耐人寻味的，其中载有 1190 年前后的几段对话。这位哲学家曾谈到"大轮"和"小轮"，也就是日、月的小"轨道"以及行星和恒星的大"轨道"。特别有趣的是，他已经认识到，"逆行"不过是由于天体相对速度不同而产生的一种视现象。他主张历算家应当明白，所有"逆"和"退"的运动只是一种表面现象，事实上它们

---

① 参看 Neugebauer (9), p. 130。

② 关于这个问题的说明，参看 Dreyer (4), Pannekoek (1), Zinner (2)。

③ 如欧多克苏斯的多重球、伊巴谷的偏心圆和托勒密的本轮。

④ 《朱子全书》卷五十。

表 33　行星公转周期的估计数值

	水星	金星	火星	木星		土星	
	日数	日数	日数	日数	年数	日数	年数
真　值:							
恒星周期①	88.97	224.7	686.98	4333	11.86	10759	29.46
会合周期②	115.877	583.921	779.936	398.884		378.092	
石申(公元前四世纪)③	—	736	780	—		—	
甘德(公元前四世纪)③	68^{+}	585	—	400		—	
克尼都的欧多克苏斯(公元前408—355年)④	110	570	260	390		390	28
《淮南子》⑤(公元前二世纪)	—	635	—	—		—	
《洛书纬甄曜度》作者(可能是公元前二世纪)⑥	74^{+}	—	—	—		—	

司马迁（公元前一世纪）（《史记》所载）⑦	——	626	——	395.7	12	360	28
刘歆（公元前一世纪末）（《前汉书》所载）⑦	115.91	584.13	780.52	398.71	11.92	377.93	29.79
李梵（公元85年）（《后汉书》所载）	115.881	584.024	779.532	398.846	11.87	378.059	29.51

① 恒星周期是行星以恒星为准，在轨道上绕太阳公转的时间。

② 会合周期是行星以太阳为准，两次与地球会合的时间间隔，即行星对联结地球和太阳的直线而言，旋转一周的时间。

③ 马伯乐[Maspero (3)]引自《开元占经》传下来的数字。《晏子春秋》(可能是公元前四世纪的书)卷一第二十二页正面也提到过火星的运动。

④ 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 117。这些数字引自西姆普里修斯（Simplicius）对亚里士多德著作的注释[见 Balss (1), pp. 107, 109, 271; Zinner (2), p. 5]。

⑤ 《淮南子》卷三第四页正面。

⑥ 《古微书》卷三十六第一页正面那一节，《开元占经》卷五十三第二页反面。

⑦ 《史记》、《前汉书》、《后汉书》所载的数字，经钱宝琮(1)(第15页)、朱文鑫(1)(第47页开始)、恰特莱[Chatley (16, 17)]及艾伯华[Eberhard (13)]选录并换算为十进位数。小数点以下数字，各家略有不同。朱文鑫所列举的是历代历书所用的数字。

都是"顺"和"进"的运动[①]。

(4) 十 二 岁 次

木星的恒星周期差不多等于十二年（实际上是 11.86 年），这在很早的时候就已引起人们的注意，从而使人们猜想它和十二支以及回归年的 12.37 个朔望月有联系。《计倪子》[②] 一书在介绍公元前四世纪南方的传统博物知识时，有下列一段话：

> 最初三年，太阴的位置在金的方向，各地都得到丰收。当它在水的方向时，就有三年歉收。当它在木的方向时，有三年富足。当它在火的方向时，则有三年旱灾。因此，有时适宜于囤积农产品，有时却要把米粮分散出去。囤积品不必超过三年的需要。只要明智

---

① 全文载于《朱子全书》卷五十第十二页反面。张载也说过一些相似的话（《宋四子抄释·正蒙》卷四第六页反面）。

② 《计倪子》卷一第三页正面及卷二第一页反面；此书收在马国翰的《玉函山房辑佚书》卷六十九之中。参阅本书第二卷第十八章第六节第(5)小节。

地考虑并进行决断，人们就可以靠自然界的规律的帮助，用盈余来补救不足。第一年可以有两倍的丰产，第二年是正常收成，第三年是歉收。水灾时期就应该想到制造车子，干旱时期也要想到准备舟船。每六年有一次大丰收，每十二年有一次灾荒。所以，圣人既能预见自然界的反复，也能对未来的灾祸早作准备。①

〈太阴三岁处金则穰，三岁处水则毁，三岁处木则康，三岁处火则旱。故散有时，积粜有时。领则决万物，不过三岁而发矣。以智论之，以决断之，以道佐之，断长续短。一岁再倍，其次一倍，其次而反。水则资车，旱则资舟，物之理也。天下六岁一穰，六岁一康，凡十二岁一饥，是以民相离也。故圣人早知天地之反，为之预备。〉

---

① 由作者译成英文。公元三世纪肯索里努斯（Censorinus）的《论生辰》（*De Die Natali*）一书的十八章，有一段话与此非常相似："这和十二年一循环的十二年岁周(dodekaeteris, 即 δωδεκαετηρις）长短极其相似。其名为迦勒底年（annus Chaldaicus)，是星历家由观测其他天体运行而得，而不是由观测日、月运行来的。据说在一岁周中，收成丰歉以及疾病流行等天候的循环，都与这种观测相合。"这是作者承已故恰特莱博士指点，才注意到的。

这里的“太阴”不是指月球，而是指一个假想的看不见的“反木星”，它的公转方向恰好与木星相反①。在人们看来，木星（岁星）和其他行星，都是通过众恒星向东（即按逆时针方向）移动的，因此想象出一个和太阳相伴的“影子行星”（“太岁”或“岁阴”），同恒星一起向西移动。王充《论衡·难岁篇》②用全篇的篇幅讨论了这一特殊理论③。木星的十二个“站”称为“十二岁次”，整个周期的年数称为一“纪”。一纪中各年的名称（岁名）以两种形式传了下来，一种属于天文学性质④，另一种属于占星术性质⑤。因此，这些岁名自然既被用于

① 参看《史记》卷二十七第十五页反面；Chavannes (1), vol. 3, pp. 357—362, 653 ff.; Forke (13), p. 502; 刘坦 (1)。

② 《论衡》卷七十三[译文见 Forke (4), vol. 2, pp. 302 ff.]。

③ 关于这个问题，《淮南子》卷三第十三、十五、十八等页均有涉及。参阅《盐铁论》卷三十六。我们应联想到希腊的类似理论，特别是公元前五世纪毕达哥拉斯学派塔伦托姆的菲罗拉乌斯的“反地球”(antichthon) [参看 Freeman (1), p. 225; Schiaparelli (1), pp. 334, 357]。阿拉伯天文学中的想象的行星“凯德”(al-Kaid) 不可能是仿效中国的“反木星”吗？哈特纳 [Hartner (9)] 最近对这一点进行了研究。

④ 参看 Maspero (3), p. 284; de Saussure (12)。

⑤ 参看 de Saussure (9); (1), p. 289。

一年的十二个月和一日的十二时辰①，也被用于木星公转"一纪"的纪年②。天文学中的一套名称表示木星(岁星)的位置，占星术或历法上的一套名称则表示反木星（太岁）的位置③。对应的宿、支、方位的名称和次序示于表34。

我们可以注意到，占星术或历法上的一套名称是从"摄提格"这个怪名开始的，这个名称在前面已经出现过④。有些中国天文学史家，例如丁文江和竺可桢(1)，以为摄提格以及其他岁名都是印度木星纪年的音译⑤。但德莎素[de Saussure (11)]

---

① 公元507年以后，一昼夜的"刻数"一度曾由100减为96，参看 Maspero (4), p. 210。

② 新城新藏(1)和德莎素[de Saussure (12)]曾研究过这个问题。参看 Chavannes (1), vol. 3, p. 663。

③ 从古书及古器物铭文中找到的证据，见 Chavannes (1), vol. 3, pp. 656 ff.。

④ 参看前面第183页。

⑤ 关于"摄提格"的来源，湛约翰认为是印度的 *Bṛhaspati-cakra*；竺可桢则认为是印度二十八宿（"纳沙特拉"）中的"喀提卡"(*Kṛttikā*)，卡提卡 (Kārttika) 月的望月即在此宿[与印度木星纪年的"马哈卡提卡"(mahākārttika) 年相当。见 E. Burgess (1), pp. 315, 317]。竺可桢又认为"大渊献"即印度二十八宿中的"达尼斯太"(Dhaniṣṭhā)。但此外再没有可以勉强比附的了。

和沙畹[Chavannes (1)]则不同意这种看法。看来这种说法是不能使人信服的。天文学上的一套名称含义十分明显，而占星术上的一套则始终弄不清楚。由于摄提格等岁名常见于古书，因而关于岁星纪年的讨论也颇不少。关于这类问题，可

表 34　十二岁次表

	十二支	天文学上的名称（次）	占星术或历法上的名称（岁名）	对应的宿	对应的方位
1	子	玄枵	摄提格	女、虚、危（10，11，12）	北
2	丑	星纪①	单阏	斗、牛（8，9）	北
3	寅	析木	执徐	尾、箕（6，7）	东
4	卯	大火	大荒落	氐、房、心（3，4，5）	东
5	辰	寿星	敦牂	角、亢（1，2）	东
6	巳	鹑尾	協洽	翼、轸（27，28）	南
7	午	鹑火	涒滩	柳、星、张（24，25，26）	南
8	未	鹑首	作噩	井、鬼（22，23）	南
9	申	实沉	淹茂	觜、参（20，21）	西
10	酉	大梁	大渊献	胃、昴、毕（17，18，19）	西
11	戌	降娄	困敦	奎、娄（15，16）	西
12	亥	娵訾	赤奋若	室、壁（13，14）	北

① 人们认为十二岁次从星纪开始，星纪一词指的是建星星群（人马座 π 星及邻近的诸暗星，施古德星表 S 161）。这一点被当作所有行星周期的起点 [de Saussure (1), pp. 450 ff.]。

参阅德莎素[de Saussure (1)]和艾伯华、米勒、韩世龄[Eberhard, Müller & Henseling (1)]等人的著作，他们认为《左传》中的年代是经刘歆根据岁星纪年系统地"修正"过的。到耶稣会传教士入华之后，这种赤道上的十二岁次自然便同毫不相干的希腊-埃及黄道十二宫完全混淆起来了①。

月份名称在中国古历中并不太重要。回归年的十二个月(即气，这是一种颇带气象学意味的概念)分为二十四个双周，其中十二个是"中气"，十二个是"节气"(以竹节作比)。节气的名称虽然见于各种词书，而且中国目前还在普遍使用，我们也在表35中把它们列出来了②。这些名称确实历史悠久③，最早的文字资料见于晚周的《穆天子传》[参阅 de Saussure (26, 26a)]。商代的月有时为29

① 参看 de Saussure (16d), p. 337。

② 关于节气及置闰方法，详见 de Saussure (16d), Chatley (18)，他们自然都是根据宋君荣和比约的著作写的。参阅 Kühnert (4)。德庇时 [J. F. Davis (2)] 讨论这些问题的文章，载于1823年的皇家学会《哲学汇刊》(*Phil. Trans.*)。

③ 参看董作宾(1)，《殷历谱》上编，卷一第九页正面那一节，卷二第二页正面那一节。他认为殷商时代已粗具二十四节气(下编，卷三第二十七页正面那一节，卷五第十四页正面那一节)。

表 35　二十四节气表

	名称	开始日期
1	立春	2月5日
2	雨水	2月20日
3	惊蛰	3月7日
4	春分	3月22日
5	清明	4月6日
6	谷雨	4月21日
7	立夏	5月6日
8	小满	5月22日
9	芒种	6月7日
10	夏至	6月22日
11	小暑	7月8日
12	大暑	7月24日
13	立秋	8月8日
14	处暑	8月24日
15	白露	9月8日
16	秋分	9月24日
17	寒露	10月9日
18	霜降	10月24日
19	立冬	11月8日
20	小雪	11月23日
21	大雪	12月7日
22	冬至	12月22日
23	小寒	1月6日
24	大寒	1月21日

注　二十四节气的每一节气相当于太阳在黄道上移动经度15°。节气的平均周期为15.218日；朔望月的半月为14.765日。二十四节气的名称表明，这一制度最初是在黄河流域或黄河以北制定的。

日(小月),有时为30日(大月),有时两大月相连(频大月)。

从很早时期起①,十二岁次就和十二种动物(如牛、羊、龙、猪等)的周期发生了联系。我们在讨论象征性关系时②,已碰上十二种动物的议论了。东方和西方学者关于这些联系的起源大有争论,有些人同意沙畹[Chavannes (7)]和博尔[Boll (4)]的主张,认为它们是从邻近的突厥人或古代中东国家传到中国的,另一些人则赞同德莎素[de Saussure (10, 16c)]的说法,力图证明它们原来就出自中国③。这些议论,大部分需要根据目前关于文献年代及其可靠性的了解,重新加以考虑;不过对于科学史家来说,不论它们是谁首创的,意义都是一样。考证起源的意义,看来完全属于考古学和人种学的范围④。目前,蒙族和藏

① 卜彼得[Boodberg (1)]认为早到公元前六世纪。

② 参看本书第二卷第十三章第四节第(3)小节。

③ 近来人们倾向于同意后一种说法,特别是因为伯希和[Pelliot (42)]已在汉代文献中找到了一些证据。巴参(Louis Bazin)教授告诉我们,中亚突厥人的历法知识渊源于中国的证据看来已经愈来愈明确了。

④ 如果动物周期的问题得到彻底解决,对于弄清楚古代和中古代原始科学思想在各族人民间传播的问题,自然会有帮助。

族还在用十二种动物来纪年，汉族当然更不必说了。

(5) 谐调周期

由于历法上的两种基本周期不能互相整除（参阅前面第524页），所有古代文化区的制历者，向来都认识到“谐调”法的重要性，换句话说，他们都重视使两种周期在一个相当长的时期间隔结束时大致相合的问题。19个回归年差不多等于235个朔望月；这个周期在西方称为默冬周（默冬即Meton，雅典人，公元前432年著称）[1]；在中国则称为“章”或“太阴周”[2]。四个默冬周（或章）恰好等于76年或27759日；这个周期称为卡利普斯周（卡利普斯即 Callippus of Cyzicos，公元前370—330年著称，与石申同时）[3]。如果每个这样的周期减少一日，则所制历法相当令人满意。这76年

① 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 94。

② 例如《淮南子》卷三第八页正面，《周髀算经》卷下第十三页正面。

③ 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 141。

的周期在中国称为“蔀”①。人们发现，27个章相当于47个月相周（每一个月相周大约135个月）或513年，这就称为一“会”。三会（或81章）称为一“统”（共1539年），周期小于一“统”时，总日数不能成为整数。可以使干支六十周期、朔望月、回归年、月相周等在其中会合而时间最短的周期，是3统或4617年。还有一种单位叫作“纪”（前面已提到作为木星公转周期的名称的“纪”），又称为“遂”或“大终”。一纪等于20蔀，即1520年或19×487个六旬周期②。三纪成为一“大备”，又称为一“元”或一“首”③。《周髀算经》④接着说，七首为一“极”，即31920年。自此以后，“万物都达到终点而回到起始的状态”1)。这个“庞大周期”颇为有

① 例如《淮南子》卷三第五页正面，《周髀算经》卷下第十三页正面。参阅 Kühnert (3)。

② 参看《史记》卷二十七第三十八页反面，[Chavannes (1), vol. 3, p. 403]，《淮南子》卷三第五页正面，《前汉书》卷二十六第二十三页正面，《周髀算经》卷下第十三页反面。

③ 《周髀算经》卷下第十四页正面。关于这些名称，详见恰特莱的著作 [Chatley (15, 16)]，它们大部分是根据《前汉书》和《后汉书》写的。

④ 《周髀算经》卷下第十四页正面。

1) 《周髀算经》的原文为：“生数皆终，万物复始”。——译者

趣，因为它恰好等于儒略周(Julian cycle，共7980年)的四倍[①]。大家都知道，斯加利格(Scaliger)提出儒略周是《周髀算经》成书数百年以后的事。它是各种周期的最小公倍数；这些周期包括默冬章，卡利普斯蔀，28年的维克托利努斯安息周(Victorinus sabbatical cycle)，15年的罗马小纪(Roman indiction)，80年周期（其中包括若干六旬的周期）和干支六十周期本身。艾伯华和米勒[Eberhard & Müller (1)]、艾伯华、米勒和韩世龄[Eberhard, Müller & Henseling (1)]已将汉代天文学家计算历周的公式译出了许多，用那些公式进行计算是十分准确的[②]。

① 这是恰特莱[Chatley (15, addendum)]指出的。近代地质学开始形成时，莱尔[Lyell (1), vol. 1, p. 23]曾引十七世纪艾舍伦西斯(Abraham Ecchellensis)所译阿拉伯文献的拉丁译本中的话，据说，“给尔斑派”(Gerbanites)——一个“活动于耶稣纪元数世纪前的天文学家流派”——宣扬说，每隔36420年世界重建一次，物种也重新创造一次。探索这种信仰的源流足够写一本书，我们无暇及此。这项资料是费希尔(Ronald Fisher)爵士为我们指出的。

② 这些公式出自《前汉书》卷二十一下的记载。恰特莱[Chatley (9)]正确地指出，这一卷的内容虽然属于经验性的，然而作为系统的论述却早于《天文集成》一世纪以上。由于这一卷写成后不久即被编入《前汉书》，它是否曾独立成书，已不可考证。它的内容大部分出自刘歆的手笔，并包括了他在公元前7年制订的《三统历》。要进一步了解“三统”的含义，可参看冯友兰(1)，第2卷，第58页。

行星周期常数称为“纪母”，日、月、年周期常数称为“统母”。按汉代的朔望月长度值计算，最少需有81个朔望月（即2392日），才可能使日数为整数。如果把此数和135个月的月相周联系起来，即把前者乘以5，后者乘以3，各得405个朔望月或11960日，便求得可容纳月相周在内的最短整日数周期。艾伯华和韩世龄［Eberhard & Henseling (1)］曾指出，结果证明这一周期和马雅人的大宗教年（tzolkin）相同①。

前面已提到②，那些较短的周期正好和希腊人的历周相同。在某些学者看来，这成为西方历法传入中国的有力证据。但现在董作宾（1）已找到殷人知道章和蔀的线索③。这不是说，他在卜辞中已找到了章、蔀等字样（它们迄今尚未发现），而是说，他发现卜辞的契刻者显然认为某些年月极其重要，而从那些年月恰好可推算出章或蔀的周

---

① 一个大宗教年相当于46个普通的宗教年。参阅 Spinden (1), p. 141。

② 参看前面第38页。

③《殷历谱》下编，卷一第十一页正面和第十二页正面，卷四第五页正面。

期。其中有两个是交食的年月(公元前1311年和1304年),已用近代计算方法证明是正确的;另外两个是朔旦的日期(公元前1313年和1162年)①。这两个日期之间的间隔恰好是2蔀或8章。如果这一点可以肯定下来,我们便很难假定巴比伦人②以及商代的中国人③不懂得这些周期了。

汉代天文学家当然想把五星公转的会合周期和恒星周期完全纳入历周之内。他们的想法是想在历周之初("上元")五星毕"聚",到历周之末再

---

① 殷历的制订,需从《颛顼历》时代(公元前366年或370年)上推至甲子、冬至、朔旦相合的时候[见《殷历谱》上编,卷二第二页正面,亦可参看新城新藏(1)]。

② 参看某些著作[例如 Fotheringham (1), Heath (4)]关于纳布里亚努(Naburiannu, 公元前500年著称)和基等奴(Kidinnu, 另一个与石申同时的人,公元前380年左右著称)的叙述。

③ 德莎素[de Saussure (22, 22a)]因《史记·历书》的历表提到蔀[1], 怀疑它是褚少孙后来增补的。董作宾的发现已使德莎素的说法不能成立。褚少孙确实曾将历表延长到汉成帝建始四年(公元前29年),即自武帝太初元年(公元前104年)算起76年中的最后一年;这时司马迁已逝世多年。

1) 查《史记》卷二十六历表中并未出现"蔀"字,只有唐人司马贞注文(《史记索隐》)中才有"蔀"字。——译者

“聚”①。木星和土星每隔59.5779年差不多在天空同一点上会合一次，恰好与干支六十周期很相近[Chatley (15, 20)]。木星、土星和火星每隔516.33年会合一次，《孟子》② 所谓五百年必有圣人出的周期，可以由此得到解释。中国古时很注意观测五星的“合”③ 和“蚀”④ (又叫作“入”)。五星会合的年月，有时由于政治原因，偶然也会故意改动⑤，例如德效骞[Dubs (21)]和能田忠亮(4)曾研究过

---

① 这当然是不可能的。五星可能在纬度上或经度上相合，但永远不能在两方面同时会合。参阅第二卷第十六章第四节关于新儒学哲学家论“历周”的话。

② 《孟子》卷七《尽心章》句下，第三十八章。

③ 《竹书纪年》(半系伪作，参阅本书第一卷第155，165，355等页)所载当是最有名的会合之一，似即公元前1059年的会合，可能是后世为迁就理论推算出来的[Chatley (15, 21)]。五星的会合各有专用术语：木星与金星相遇称为“鬥”；火星与金星相遇称为“烁”；火星与水星相遇称为“淬”(冶金的术语)；水星与土星相遇称为“壅沮”(灌溉术语)。这些术语自然是出于五行学说。

④ 迅速接近的会合，用另一术语——“袭”。

⑤ 1725年3月出现过这类事件：当时中国钦天监官员已将火、金、水、木四星的会合作为一种吉兆，奏呈皇帝。但宋君荣、雅格(Jacques)、戴进贤仔细观测后(见 Souciet, vol. 1, pp. 101 ff., opp. p. 208)，提出了异议[Pfister (1), p. 646]。伊尔先生曾与已故维勒马克(Hersart de la Villemarqué)神父研究过这一事件，我们感谢他提供资料。

公元前205年的一次会合[1]，发现它是错误的。可是经过现在重行计算，发现那些记录大部分是很可靠的，例如，公元前69年的火星入月和公元361年的金星入月都与计算相符合。史书上常有五星会合的预言被证实的记载，例如五代时窦俨预言的一次（公元955年左右），便如期出现了。“五星联珠”的构想也见于希腊和希腊化时代的文献，据施纳贝尔说，它似乎渊源于贝罗索斯（Berossos）和巴比伦人。现在，3统相当于9个月相周（135朔望月）或4617年，或28106个六旬周期。这是汉代学者——特别是刘向和刘歆——结合五星周期提出的时间单位。他们的想法是，五星在138240年之内各循环往复若干周；把这个“齿轮”和4617年的周期配合起来，便形成一个完整的“大周”，那便是23639040年。这个周期的起点，就是所谓“太极上元”。在中国晚期天文学史中，这一构想一直以各种不同的形式延续着[2]。

---

① 《前汉书》卷二十六第二十三页反面；参阅《史记》卷二十七第十五页反面和第四十二页反面［Chavannes（1），vol. 3，pp. 357，407］。

② 讨论这方面问题的有基尔希［Kirch（2），1727年］、维

九、天象记录

(1) 交　食

安阳卜骨上就已经有交食的记载。从表示交食的古"食"字可以看出，中国古代认为日、月食是日、月被天龙慢慢吃掉①。"食"就是吃，它的原始象形文字象个带盖的食器②1)。交食的较确切的技术名词是加上"虫"的"蚀"字，后

格诺勒斯 [des Vignoles (2), 1737 年] 的著作以及科斯塔德(Costard) 介绍中国天文学的含有恶意的论文，载于 1747 年英国皇家学会《哲学汇刊》。读者应该还记得，前面第十九章第九节第 (4) 小节已谈过八世纪僧一行曾致力于寻找"历元"。从他所求得的"历元"看来，世界不是始于公元前 4004 年2)，而是大约九千七百万年以前。这从时间的长度来看，是颇有意义的。

① 关于其他文化区中类似的概念，可参阅 Forke (6), p. 98。我们提过，荀卿在公元前三世纪对当时这种想法的民俗学性质，已有所理解(本书第二卷第十四章第二节)。

② K 921。

1) 见孙海波《甲骨文编》第五，第十一页反面。——译者

2) 公元前 4004 年是过去基督教"天文学家"根据《圣经》计算出的所谓上帝创造天地的年代。——译者

者直到相当晚的时候(汉以后)才出现。

交食的观测，在中国历史上最早究竟可以上溯到什么时候？这个问题从公元八世纪以来已争论了几百年。八世纪时计算交食周期已渐有把握，当时，僧一行已计算过夏、商两代的交食了。《书经》所记载的日食，自古以来被认为发生在公元前第三千纪。《胤征》[①]的原文说："乃季秋，月朔，辰弗集于房。"学者们[②]对这次日食的推论不一致，有估计早到公元前2165年的，有估计晚到公元前1948年的。但由于当时还属于传说的时代，《书经》原文又肯定是后来才有的[③]，人们便放弃了决定具体年代的尝试了[④]。接着又出现了一种意

① 《书经》卷九(《胤征》)，译文见Legge(1)，p. 82；Medhurst(1)，p. 127。

② 参看Gaubil；Williams(2)；V. Oppolzer(1)；Schlegel & Kühnert(1)；S. M. Russell(1)；Rothman(1)；刘朝阳(2)。

③ 前面第44页已提到过，一般认为这一篇是公元四世纪的伪作。《左传》昭公十七年(公元前524年)引用了这句话[Couvreur(1)，vol. 3，p. 275]，但这不意味着它早于公元前三千纪，因为《左传》已被汉儒窜改。《竹书纪年》卷三第十六页反面所引的段落也只能同样看待。

④ 参看Hirayama & Ogura(1)。

见，认为最先见于记载的是《诗经》[①] 上的日食。根据哈特纳[Hartner (5)]、平山清次和小仓伸吉[Hirayama & Ogura (1)]、能田忠亮[②] 等人的深入研究，这次日食的年代被定为公元前734年[③]。公元前331年亚历山大大帝征服巴比伦以后，显然曾有一些公元前747年(拿波纳萨时代)或甚至公元前763年的巴比伦天象记录抄本，被亚里士多德的侄儿卡利斯泰内斯 (Callisthenes) 携往希腊[④]。 但巴比伦的记录到托勒密时代以后便全部散佚，所以人们常把《诗经》所记载的日食看作世界史上可考的最古日食[Fotheringham (2)]。近年由于研究殷墟卜骨，中国人在存世的古代天象记录上更占优势，因为董作宾(1)已把甲骨卜辞中的六次月食和一次日食考证清楚了[⑤]。这几次交食的年份如下：月食是公元前1361年、前1342年、

① 《小雅·节南山之什》，译文见 Legge (8); Karlgren (14)。

② 参看 Nōda (4), p. 365; 能田忠亮 (8)。

③ 不用福瑟林哈姆 [Fotheringham (2)] 所定的公元前776年。哈特纳 [Hartner (5)] 和魏莱 [Waley (21)] 发现，如年代较晚，诗中的讽刺针对当时事件，方有意义。

④ 参看 Heath (4), p. xiv。

⑤ 亦可参看刘朝阳 (1, 2, 8, 9)。

前1328年、前1311年、前1304年和前1217年；日食是公元前1217年[1]。除这几次月食之外，他又加上《逸周书》[2]所载公元前1137年的第七次月食，显然都是正确的。在较晚的另一篇文章[董作宾(3)]里，他又加上考证出的三次交食——一次月食，一次日食，一次可能是日食也可能是月食，年份都不详。

有一种有趣的论点，认为殷人之所以观察月食，不是为了占星的目的，而是为了制历，因为月食只能发生在望日或靠近望日的几天内。卜辞表明，契刻者是想尽可能仔细地把朔望月的日数校正。我们还发现有关殷代国家组织等级状况的一些暗示，因为上述第一次和第五次月食记录下面，都加一"闻"字——"盖非殷都所见，而得自方国奏闻者也。"这个"闻"字，在一千五百年后的汉代还在继续使用。有趣的是，《诗经》上日食用"醜"字，

---

① 这些年代不是用天文学方法推得，而是从史事推得；如果从天文学上推算，应各减一年。它们全部与董作宾《殷代交食表》(《殷历谱》下编，卷三第七页反面那一节)相合；除了公元前1328年那一次以外，也全部与德效骞[Dubs (22)]的交食表相合。但德效骞[Dubs (26)]宁愿采用晚150年左右的一组年代。

② 参阅本书第一卷第355页。

月食用"常"字；这使人想到，后者已能预测，所以被人习以为常，而前者却尚不能预测。

(i) 交食理论

中国人近于正确地理解交食的性质，究竟是在什么时候？这个问题[1]和预报交食的方法有关。在西方，第一次准确的日食预报是和米利都的泰勒斯的名字分不开的，他曾预报公元前585年的日食[2]，用的大概是巴比伦的223个朔望月沙罗周期[3]。古人研究交食时之所以碰到困难，是因为月球轨道不完全与黄道相合；如果两者完全相合，那末，每一朔日都会发生日食，每一望日都会发生月食。因此，出现了多种任意定的周期，用来预示交食的大概日期。关于从月面反射日光的理解，前面已谈了一些[4]。月光来自太阳这一点，对于了

① 伟烈亚力关于这个问题的早期著作[Wylie (14)]，现在已无大用处。

② 这次日食发生在5月18日；见 Herodotus, 1, 74。

③ 参看 Clement of Alexandria, *Stromata*, 1, 65; Pliny, *Hist. Nat.*, ch. 12, sect. 53。

④ 参看前面第134页。

解月食的性质是非常重要的。人们虽然认为，公元前六世纪的帕梅尼德斯说过月亮由太阳照射，可是这一事实的真正发现者却更像是阿那克萨哥拉（Anaxagoras，生于公元前500年）[1]。然而在中国，虽说在相当于希腊化前文化或古巴比伦文化的时代，确实曾系统地进行过日月食观测，但对交食原理的了解，却似乎比希腊来得晚[2]。

公元前四世纪的石申肯定已充分了解，月亮与日食有关，因为他曾教人们根据月亮与太阳的相对位置去预报日食[3]。他认为月亮与太阳相"交"于月初或月终的晦日[4]，所以逢晦即可能发生日食。据马伯乐说[5]，石申大概认为，日食不是因为月亮的实体介入太阳和地球之间，而是由于月亮辐射出的阴气影响，压制了太阳的阳气影

---

① 参看 Heath（4），p. 27。

② 中国古代有各种神话式的理论，如日食是日中三足乌食日，月食是月中蟾蜍或玉兔食月等，见《管子》卷五十五［参阅 Haloun（5）］及褚少孙所补的《史记》卷一二八。

③ 《开元占经》卷九第二页正面。

④ 关于卜骨上是否有"晦"字，以及这个字是否与交食有关的问题，郭沫若曾与金璋进行过讨论，见 Hopkins（30）。

⑤ 参看 Maspero（3），p. 292。

响[1]。这个说法解释了甘德为什么会说日食是从太阳中心向四周展开的[2]，他可能是把太阳黑子当作初亏了。这大概也能说明，晚周和汉代的天文学家（例如公元前一世纪的京房）为什么会说“日薄”(非全食)[3]。但是，巴比伦人却又认为一月之中除初一和十五两日以外，别的日子都可以发生日食［Sayce (2)］。这似乎是由于浓雾所引起的错觉。至于月食，公元前四世纪天文学家所了解的情况似乎反不如商代，因为他们认为，在一月之中，随时都可能发生月食。

在司马迁的时代（约公元前100年)，人们以为几乎所有天体——不仅包括五星，还包括大角和心宿二——所产生的影响，都可能导致月食[4]。司马迁知道月食有固定的周期，但他没有谈到过日食的周期，也没有试图提出任何说明日食原因的理论。

“辐射影响”说直到公元一世纪时还存在，因

① 参阅《淮南子》卷三第二页正面。

② 《开元占经》卷九第九页正面。

③ 《开元占经》卷十七第一页正面。

④ 《史记》卷二十七第三十页正面。

为王充在《论衡》中提到了它。从他的话看来，当时显然早已有了正确的见解。他本人为了反对那个见解而争辩，因为他偏信一种错误的理论，认为交食是由于两大发光体的"气"周期性地"萎缩"或衰退所造成的。他究竟为什么要反对正确的见解，是个有趣的问题。他的整段话很有意思，值得全文抄引。他说：

> 按照儒生们的说法，日食是由月亮引起的。根据日常的观察，日食出现在月终（晦日）和月初（朔日），这时月亮和太阳相会合，所以月亮能够蚀太阳。在春秋时代，有很多次日食。《春秋》记载说，某月的朔日，出现了一次日食。可是这些记载并没有说，这是由月亮引起的。如果史官们知道，这确实是月亮所引起的，为什么他们不提月亮呢①？
>
> 在这种异常事件里，阳变弱了，阴变强了。可是这和地面上发生的情况是不一致的，地面上总是强的欺凌弱的。实际情况是，月终的月光很弱，月初则几乎没有月光。那

① 王充在这里是从一种拙劣的论点出发的，特别是他借助于古书的权威，更无说服力。

末，月亮怎么能胜过太阳呢？如果说日食是由于月亮消耗了太阳，那末，月食又是什么东西消耗了月亮呢？应该说，没有任何东西消耗了月亮，而是月亮本身衰弱了。同样的道理也适用于太阳，日食也是太阳本身衰弱了①。

大体说来，每四十一个月或四十二个月出现一次日食，每一百八十日出现一次月食②。日食有定期的原因并不象儒生们所说的那样，是因为月亮循环的周期出现异常事件，而是因为太阳的气的性质此时起了变化。

---

① 在这一段里，王充由于过分相信阴阳说而被引入歧途。而且，本来就不能根据地上的现象去了解天上的现象，而他在下文却以互相矛盾的见解，为自己辩解。

② 参阅《论衡》卷五十三［Forke (4), vol. 2, p. 14］，其中提到另一些短周期。王充肯定不懂得，日食本来多于月食，不过在一固定地点看到的却较少。他说的 180 日大概与太阳从一交点到另一交点所需的日数（173 日）有关，或与 6 个朔望月的 177 日有关［参阅 Spencer-Jones (1), p. 180］。司马迁曾提到 113 个月和 121 个月的周期［《史记》卷二十七第三十页反面；参阅 Chavannes (1), vol. 3, p. 388］。这大概是想摸索一个象 135 个月那样的周期，但一直到公元前一世纪，中国才把 135 个月的周期确定下来（参阅后面第 598 页）。

为什么要说太阳的气在月初或月终的变化与月亮有任何关系呢①？在正常情况下，太阳是饱满充沛的，如果发生了萎缩(亏)，这就是一种不正常的现象，可是儒生们却说这必定是有什么东西在消耗着太阳。这样说，山崩和地动，难道也是有什么在消耗着吗②？

另外有些儒生说，日食是由于月亮遮掩了太阳。太阳离得很远(文言称之为"上")，较近(文言称之为"下")的月亮遮掩了太阳的形状。当太阳和月亮相会合时，它们就互相侵蚀。如果月亮远，太阳近，月亮就不能遮掩太阳了。但是因为实际上情况与此相反，所以太阳被挡住了，它的光被月亮遮掩，于是便出现了日食。正象在阴天时太阳和月亮都看

---

① 佛尔克认为，这句话与朔日并不经常发生日食这一事实有关。对于王充来说，这可能是最便于提出的论据，但他是否指此而言，并不十分明确。

② 现在王充提出了自己的见解：不存在消耗太阳的东西，也不存在挡在它前面的东西，而是太阳按照自己的节奏萎缩或衰退。月亮的节奏也与此相似。他的论证虽然软弱无力，却明显地是支持有机宇宙观中自然产生说的一种观点(参阅第二卷第十三章第六节)。在他看来，月亮在日食时近地，不过是巧合而已。

不见一样。当两者的边缘接触时，它们互相消耗;两者处于同心圆状态时,它们相互遮盖,从而使太阳几乎全然无光。太阳和月亮在朔日会合只不过是上天的正常规律之一。

可是说日食是由于月亮遮盖了太阳光，这种说法是不正确的。这能用什么来证明呢?当太阳和月亮会合的时候,前者的光被后者所“掩盖”,两者的边缘(崖)开始互相接触和后来重新露光时,接触边缘应当换了位置。假设太阳在东,月亮在西,月亮迅疾东移,遇到太阳[1]，掩盖了太阳的边缘。接着月亮通过太阳继续东移。当首先被掩的太阳西边缘重露光芒时，先前未被掩的东边缘就应当被掩盖了。可是实际上,我们看到,在日食时,西边缘的光没有了,而当太阳重放光芒时,西边缘光亮了,东边缘也是亮的。月亮继续前移，既掩了东部也掩了西部。这就称做“合袭”和“相掩障”。相信日食是由于太阳光被月亮

---

① 参阅前面第114页所引《晋书》的记载,即月亮每日向东移十三度,太阳移一度。

遮掩的天文学家们,怎能解释这些情况呢[1]?

还有些儒生断言说太阳和月亮都是球形物体。当人们仰望它们时，它们的形状好象斗和篮子，完全是圆的。它们从远处看不是光的气，因为气不能是圆的。但是，我认为日、月都不是球形，只是由于它们离我们很远，所以看去才好象是圆的。怎样证明这一点呢？太阳是火的精华，月亮是水的精华。在地上,火和水从来不呈球形,那末,为什么天上的水火就变成球形呢？太阳和月亮是同五大行星相象的东西，五星又是同别的恒星相象的东西。别的恒星实际上都不是圆球，只是在发光时看来好象圆球一样，这是因为它们离我们很远的缘故。我们怎么知道这一点呢？在春秋时期，有一些陨星掉落在宋国首都的地上。人们走近去考察它们，发现它们都是石块，并不圆[2]。既然这些陨星并不是

① 我们相信这段异议是根据日环食的观测提出的。由于无从获悉二天体之间的距离,环食现象可能使对透视概念还不十分清楚的王充及其同时代的人感到困惑。

② 《左传》僖公十六年[参阅 Couvreur (1), vol. 1, p. 310]。这一事件的年份是公元前 643 年。

圆的，我们就可以相信，太阳、月亮和行星同样也都不是球体。①

〈儒者谓：日蚀、月蚀也。彼见日蚀常于晦朔。晦朔月与日合，故得蚀之。夫春秋之时，日蚀多矣。经曰：某月朔，日有蚀之。日有蚀之者，未必月也。知月蚀之，何讳不言月？

说日蚀之变，阳弱阴强也。人物在世，气力劲强，乃能乘凌。案月晦光既，朔则如尽，微弱甚矣，安得胜日？夫日之蚀，月蚀也。日蚀谓月蚀之，月谁蚀之者？无蚀月也，月自损也。以月论日，亦如日蚀，光自损也。

大率四十一、二月，日一蚀，百八十日，月一蚀。蚀之皆有时，非时为变。及其为变，气自然也。日时晦朔，月复为之乎？夫日当实满，以亏为变。必谓有蚀之者，山崩地动，蚀之者谁也？

或说："日食者，月掩之也。日在上，月在下，障于月之形也。日月合相袭，月在上，日在下者，不能掩日。日在上，月在日下，障于日，月光掩日光，故谓之食也，障于月也，若阴云蔽日月不见矣。其端合者，相食是也。其合相当如袭璧者，日既是也"。日

---

① 《论衡》卷三十二第五页反面那一节，由作者译成英文，借助于 Forke (4), vol. 1, pp. 269 ff.。

月合于晦朔，天之常也。

日食，月掩日光，非也。何以验之？使日月合，月掩日光，其初食崖当与旦复时易处。假令日在东，月在西，月之行疾，东及日，掩日崖，须臾过日而东，西崖初掩之处光当复，东崖未掩者当复食。今察日之食，西崖光缺；其复也，西崖光复，过掩东崖复西崖，谓之合袭相掩障，如何？

儒者谓日月之体皆至圆。彼从下望见之形，若斗筐之状，状如正圆。不如望远光气，气不圆矣。夫日月不圆，视若圆者，去人远也。何以验之？夫日者，火之精也；月者，水之精也。在地，水火不圆。在天，水火何故独圆？日、月在天犹五星，五星犹列星。列星不圆，光耀若圆，去人远也。何以明之？春秋之时，星霣宋都，就而视之，石也，不圆。以星不圆，知日、月、五星亦不圆也。〉

总之，在王充的时代（公元80年左右），人们显然已经普遍具有正确的交食理论。可是对于这个问题，王充宁愿相信一种和卢克莱修(Lucretius)相似的臆测①，认为太阳和月亮的发光自有其本身的节奏②。他故意在日环食的观测和天体的形

① 参看 *De Rerum Natura*, v, 719 ff., 751 ff.。

② 即有些象现代天文学中的脉动变星。中古时代，中国和日本已观察到变星［见 Iba (1), pp. 141, 143］。

状[①]等问题上，抱着不必要的怀疑态度，以便支持这种说法。他的立场的真正意义似乎在这里：过去，持怀疑论的儒生[②]，总是批评有实际经验的天文学家的理论没有和道家学说分清界限。王充大概没有注意到，栾大那样的术士和落下闳那样的星象观测者之间，以及京房那样的预言家和刘歆那样的历算家之间，存在着很大的区别。当时皇室对他们一律任用，使得人们对朝廷失去信心。王充对这些人全都反对，对这些人的理论也全不赞同——但是，有时他们的理论是正确的。

我们在刘向的《五经通义》(约公元前 20 年)中，找到了当时的正确见解，原文是："日蚀者，月往蔽之。"[③]由此看来，正确的观点大概出现在从战国初到西汉中叶的某一期间。邹衍学派的自然主义者们，可能与此有关。在王充之后，正确的理论

---

① 葛洪对王充这种见解的评语载于《晋书》卷十一第五页正面。葛洪十分正确地举出了发生日、月食时所看到的形状，说明了天体确实是圆形的。参阅 Aristotle, *De Caelo*, 297 b, 25。

② 王充在《说日》一篇的开头，对日、月中种种动物的民间传说，进行了怀疑性的批判。但总的说来，他拥护盖天说，这正说明了他的保守思想(参阅前面第 112 页)。

③ 《开元占经》卷九第三页正面。

完全建立了起来。公元120年左右张衡在《灵宪》里说：

太阳象火，月亮象水。火发出光，水反射光。月亮的亮光来自太阳的照射，月中的魄(暗黑部分)是由于日光被阻蔽。对着太阳的一面很明亮，背着太阳的一面就暗黑。行星和月亮都具有水的性质，能反射日光。太阳照射出来的光并不总是能达到月亮，这是由于地的遮掩。这称为"闇虚"，就是月食[1]。行星遇到同样的情况就叫做掩星(星微)；当月亮经过太阳的轨道时，就出现日食。[2]

〈夫日譬犹火，月譬犹水。火则外光，水则含景。故月光生于日之所照，魄生于日之所蔽。当日则光盈，就日则光尽也。众星被耀，因水转光。当日之衡，光常不合者，蔽于地也。是谓"闇虚"。在星星微，月过则食。〉

---

① "闇虚"一词至少用到明代(参阅公元1400年前后王逵等著的《蠡海集》第五页正面)。

② 《玉函山房辑佚书》卷七十六第六十三页反面；又见《后汉书》卷二十第四页正面。参阅《开元占经》卷一。亦可参阅后面"交食的预报"一节中关于术语"过"字的讨论。

有机的自然主义作为宇宙观来看，是无可非议的，然而王充的脉动说却成了这种宇宙观起过阻碍作用的一个明显的例证。这便是中国的“永恒哲理”(philosophia perennis)，我们在本书第二卷中，对此已有所说明。连交食轨道和互相遮蔽等简单概念，在王充看来也过于机械，因此他宁愿相信那是来自天体内在性质的一种节奏。较晚的思想家刘智有《论天》[1]一文(约公元274年)，从其中也可以看到相似的思想障碍。尽管他完全懂得日、月轨道相交的道理，但他不相信在有机组织的宇宙中，竟会由于低劣的阴去掩蔽优越的阳而产生日食。他还认为，由于阴阳不可分，月中也应当有阳，月亮本身也能发出微弱的光，仅仅由于这一点，月食也完全不可能是地影所造成的。刘智写道：

阴和阳相互呼应；纯净的东西就接受光，冷的东西就接受热——这种交流无需有什么媒介。尽管它们之间相距很远，它们也能互

① 《全上古三代秦汉三国六朝文·全晋文》卷三十九第五页正面那一节。

相呼应。把一块石子丢在水里，水的涟漪依次扩散，这就是水气的传播。相互回音意味着相互感应。没有任何约束能够阻止事物的互相影响，也没有任何阻障能够隔开它们。所以，极纯净的物质(月亮)可从阳(太阳)接受光。……阴和阳互相感受，一方繁盛了，另一就必定变得衰弱。……如果太阳和月亮之间只有光的反射，而没有互相辐射和接受的气，那末，当阳繁盛时，阴的光亮也应该繁盛(可是没有日食的时候却有月食)；当阳衰弱时，阴也应该衰弱(可是朔日却出现日食)。这样一来，太阳和月亮的不同之处，就无法解释了。[①]

〈阴阳相应，清者受光，阳者受温。无门而通，虽远相应。是故触石而次出者，水气之通也。相响而相及，无违不至，无隔能塞者。至清之质，承阳之光。……阴阳相承，彼隆此衰。……若但以形光相照，无相引受之气，则当阳隆，乃阴明隆，阳衰则阴明衰。二者之异，无由生矣。〉

---

① 由作者译成英文。

我们在这里又看到，一个人的头脑由于受到先入为主的有机宇宙观（宇宙由相互感应的各部分组成)的阻碍,竟不能接受某些事实的最简单解释。不过在别的方面,例如在理解潮汐的起因时,坚信超距离的感应作用倒确实有优点[①]。

我们听一听宋代天文学家在十一世纪时关于日月食的论述,是颇有意思的。沈括在1086年写道:

> 当我在昭文馆[②]编校书籍的时候，我参加了关于司天监使用新浑天仪的详细讨论。……
>
> 一位官长[③]问我：太阳和月亮的形状究竟是球形还是扁平扇形？如果它们象圆球,那末，它们相遇时会互相阻碍[④]吗？我回答说，这些天体肯定象圆球。我们怎么知道的呢？我们是由月亮的盈亏知道的。月亮本身不发

---

① 参阅后面第757页那一节。

② 昭文馆直属于内阁。

③ 这无疑是一位行政管理官员。

④ 在讨论光学那一章（第二十六章），将再度遇到这一术语。

光，但它却象银球那样；它的光是从太阳光反射来的。每当月初开始见到月光时，是太阳的光从月亮的旁侧通过，所以只有月亮的旁侧被光照到，形状象个钩子。太阳渐渐移远，它的光斜照在月亮上，便成为满月，圆得象个弹丸。如果把一个圆球的一半用白粉涂上，从侧面看去，涂粉的部分就象新月；如果正面看去，它却是圆的。因此，我们知道各个天体都是球形的。

另一方面，太阳和月亮都是由气形成的，它们有形，而没有固体物质；所以它们在相遇时并不互相阻碍。

他又说："既然太阳和月亮每天会合一次，相对一次①，为什么它们却偶而才出现一次交食呢？"我回答说，黄道和白道象两个环互相叠合，但彼此间仍有一小段距离②。如果没有这样的斜交，那末，只要这两个天体相会合，就会出现日食，而这两个天体相对时，就会出现月食。但是，事实上它们虽然可能佔

① 二十四小时之内。

② 实际上是 $5\frac{1}{4}$ 度。

着相同的角度[①]，而两个轨道却总是并不相近，所以，这两个天体自然并不相侵。只有当角度相同而又近的时候，即在黄道和白道(月亮的轨道)相交时，太阳和月亮才会互相侵袭和遮掩。正好在相交之处，发生的就是全食。如果会合不在正中又不对称（不全当交道），发生的就是偏食，食的程度由相交的程度决定。

我接着说，如果白道从外部经过黄道的内部，那末，初亏发生在西南，一直到东北才复圆[②]。如果白道从内部移向外部，情况就正好相反。如果太阳在交点的东面，它就从内部开始食；如果它在交点的西面，日食就从外部开始。日全食是从西部开始，在东部复圆[③]。……

交点每月退一度多[④]，所以349日[⑤]形成

① 在赤经或天球经度上。

② 这是由于月球轨道与黄道成5°倾角。因为月在恒星间向东移动的速度大于太阳(两者的视运动都是自东而西)，所以月食必定从西侧开始。

③ 后面接着一段关于月食的类似叙述。

④ 正确的数字是每年19°21′。

⑤ 有些版本作249，当是传抄之误。

交点[①]会合周的一个循环(朞)[②]。

西方人(即印度人)用的是罗睺和计都[③]的逆步方法，也就是我们所说的交点后退的轨道。罗睺是升交点(交初)，计都是降交点(交中)。[④]

〈予编校昭文书时，预详定浑天仪。官长问予。……又问予以日月之形，“如丸邪？如扇邪？若如丸，则其相遇岂不相碍？”予对曰：“日月之形如丸。何以知之，以月盈亏可验也。月本无光，犹银丸，日耀之乃光耳。光之初生，日在其傍，故光侧而所见才如钩，日渐远，则斜照，而光稍满，如一弹丸。以粉涂其半，侧视之，则粉处如钩；对视之，则正圜。此有以知其如丸也。日、月，气也，有形而无质，故相值而无碍。”

又问：“日月之行，月一合一对，而有蚀不蚀，何也？”予对曰：“黄道与月道，如二环相叠而小差。凡日月同在一度相遇，则日为之蚀，在一度相对，则

① 原文用“交”字，作“合”及“对”解。

② 即太阳回到交点所需的时间。正确的数字是346.62日。

③ 见前面第137页。

④ 《梦溪笔谈》卷七第十三至十六则。参阅胡道静(1)，卷上第308页起的注释。

月为之亏。虽同一度，而月道与黄道不相近，自不相侵；同度而又近黄道、月道之交，日月相值，乃相陵掩。正当其交处则蚀；而既不全当交道，则随其相犯浅深而蚀。凡日蚀，当月道自外而交入于内，则蚀起于西南，复近于东北；自内而交出于外，则蚀起于西北，而复于东南。日在交东，则蚀其内；日在交西，则蚀其外。蚀既则起于正西，复于正东。……交道每月退一度馀，凡三百四十九交而一暮。故西天法罗睺、计都皆逆步之，乃今之交道也。交初谓之"罗睺"，交中谓之"计都"。〉

公元1180年前后，宋代后期哲学家朱熹在《诗经》注释中，给交食提出一条十分清楚的说明。他说：

在阴历月终，太阳和月亮既在东西（赤经）同度，又在南北（赤纬）同道，结果就相合而出现一次日食。月亮遮掩了太阳，所以引起日食。在阴历望日，月亮和太阳同度而又同道相对，于是月亮被遮蔽而得不到阳光，便出现月食。①

① 《诗集传》，《格致古微》卷一第八页引用，由作者译成英文。又见《朱子全书》卷五十第一页反面，第十二页正面，以及《朱子语类》卷一第九页反面。

〈晦朔，而日月之合东西同度，南北同道，则月揜日，而日为之食。望，而日月之对，同度同道，则月亢日，而月为之食。〉

道士邱长春在从北京去撒马尔罕谒见成吉斯汗的途中，曾和他的随行人员观测过一次日全食，时间是公元1221年5月23日，地点是蒙古北部克鲁伦河河畔①。1222年，他们抵达撒马尔罕后，邱长春和当地的一位天文学家进行过讨论，曾提到他们沿途系统地收集各地食时和食分的情况。旅行队中掌文书的李志常记下了这次讨论②。长春真人说："正如以扇翳镫，扇影所及，无复光明。其旁渐远，则镫光渐多矣。"在历史上，这应当是最

---

① 《长春真人西游记》卷一第十页正面。

② 见《长春真人西游记》卷一第二十二页正面上，译文见Waley (10), pp. 66, 94。傅路德 [Goodrich (9)] 提醒我们下面的有趣事件。据傅路德说，那位撒马尔罕的天文学家是中国人。不过，长春真人的书中虽然提到一位"司天台判李公"，但此说似与书中原意不尽相合。关于这位李公和他的同事，如能多方找到他们的来历，当然是有意义的。这个人与巴那吉蒂所说的曾协助剌失笃丁哈马丹尼(Rashīd al-Dīn al-Hamdānī)于1305年编写《历史文集》(*Jāmiʿ al-Tawārikh*) 的中国学者 Li Ta-Hsi (或 Ta-Chi，或Na-Hsi)，很难证明为一人，因为那至少是一代以后的事了(承柴克·瓦利迪·托甘博士提供说明)。

早研究日食阴影在地面移动的一次记载。

(ii) 记录的范围、可靠性和精确度

《左传》上载有公元前720年以后的37次日食。关于它们的考订，在年代学上当然具有重大意义，所以时常成为讨论的对象①。托勒密的《天文集成》所提供的月食表，始于公元前721年，这真是值得注意的巧合。自汉初以后，历代史书中都有系统的交食记录。伟烈亚力［Wylie (8)］从那些记录中收集到不少数据，到1785年为止，计日食925次②，月食574次。但最完整的表是黄伯禄的［P. Huang (3)］③。在近年的统计性文章当中，值得提到的有朱文鑫(2)、高鲁(1)和朱文鑫(4)。朱文鑫(2)还特为中国文献中所载的日食写了一

① 参看朱文鑫(2); Williams (3); S. J. Johnson (1); Eberhard, Müller & Henseling (1); Schjellerup (1); Fotheringham (2)。

② 陈遵妫(2)以为是985次，朱文鑫(2)以为是921次。

③ 已和奥波尔策［V. Oppolzer (2)］的交食表核对过，可以与京策尔［Ginzel (2)］的地中海地区交食表及诺伊格鲍尔的表相对照。

篇专论①。

关于汉代的交食，人们已经作了非常仔细的研究②。至于古代天文官员的可靠性，人们也曾尝试作了一些估计；艾伯华［Eberhard (6)］、艾里(Airy)和德效骞［Dubs (2)］都提供了一些数字，现在列在表36中。最下面的缺记录一类，一部分可用天气不适于观测来解释，但似乎和事实不符，因为不见记载的日食在一年十二个月中分布很均匀③。艾伯华认为，“不可能”一类的日食，是后世按某种周期计算，然后加入记录中的。如果这种说法是正确的，那末，“待考”一类也可用同样理由加以解释。另一方面，日食和月食可能出于政治上的原因(褒或贬)而有所增减。为了批评朝廷可以增加一些，统治者较开明时可以减掉一些（两个时期一共减掉23次）。当失人心而残暴的吕后

---

① 日本的交食记录见神田茂 (1)；这全部取自公元620年左右起的编年史《日本纪》［见 Snellen (1)］。朝鲜交食记录见 Rufus (2), pp. 16, 44。

② 参看 Dubs (2, 23, 24)。公元31年的日食，已由基尔希［Kirch (1)］在1723年进行了专门研究。

③ 这里应想到中国的季候风天气。

表 36　中国古代天文学家的日食观测

	《春秋》(《左传》)		《前汉书》	
确可考证并经现代计算法证实的				
很显著	21		12	
可见到	5		9	
不显著	2		6	
不易见到	3		6	
偏食	1		5	
		32		**38**
认为记载日期略误，尚可考证		0		14
待考		3		0
不可能		2		3
记录总数		**37**		**55**
按现代方法计算应有显著日食、而缺观测记录的		14		28

当政时，尽管当时不曾有日食，可是却出现过一次日食通报(公元前186年)。自此以后，出现了一些长时间的空白期(例如公元前177—160年、前68—56年、前54—42年)，其间未见一次日食记录。然而德效骞①的观点对汉代天文官员相当有利，他认为"不可能"一类的日食是由于史书的记

① 参看 Dubs (2), vol. 1, pp. 212, 288; vol. 3, pp. 551, 559。

载有错误，因为他找不到什么为政治目的而捏造日食的证据。

近年来，毕汉思重新研究了这个问题，他以历代日食统计数字作为应见于记载的日食次数的函数，画出了一张统计图。除吕后时期以外，日食的记载似乎并无伪造现象，但是经常不完整，并且不完整的程度恰好与当时朝廷的威望相符①。如果当时并不需要“上天示警”的话，天文官员看到日食也可以不呈报，因此史官也就无从加以记载了。毕汉思告诉我们，这样的关系也适用于其他一切凶兆。他还论证了一个令人信服的见解，即所谓“威望”是指朝廷对在朝大臣的威望，而不是指它在人民群众中的威望。因此，就汉代的日食记录而言，可以说儒家官吏表示极大不满的朝代，就是日食记录最完整的时代。

对于日食与其他灾异的牵连，必须予以注意。弗兰克[H. Franke (1)]在研究元代日食记录时，证实了这一论点。元朝末代皇帝（顺帝）在位时，史书上记载了许多灾异，但它们是否属实，则很

① 毕汉思的论点有一个弱点，这就是他缺乏可以作出这种估计的根据。

值得怀疑。过去在人们的头脑中有一种固定的想法，总是假定一个王朝行将覆灭时，是一定要出现灾祸的。

关于历代司天人员的工作习惯和思想情况，只要我们善于发掘，就一定会找到好些文字记载。弗兰克在杨瑀1360年所著的《山居新话》中，发现了很精采的一段文字，使我们了解到过去的实情。杨瑀说：

> 当我在司天院任辅监员时，皇帝有特旨要我们认真注意天象变化。至元六年（公元1340年）七月初一日，有一个姓张的司天官员来到我家，要我立即去司天院。我们一起到院里遇见李院长，他已经穿好朝服在等待着了。他说："昨夜出现了景星现象①。这是非常吉祥的征兆，我想应当立即上奏。我认为，我们会得到丰厚的赏赐的。"我翻阅了档案，包括早期的许多记录，却得出一个不同的结论。我说："虽然这一现象出现于月终，但它的形状和应有的形状有些不同。并且，如

① 解释见后面第602页。

果景星出现，应该同时还有醴泉、凤凰、朱草、庆云等与它相配合（原文为“副”）。可是现在恰恰相反，陕西有瘟疫和灾祸，内地各省有盗匪，福建的叛乱很猖獗。我想这样做很不合适。为什么天上的道理和地上的道理这样相反呢？”可是李院长坚持己见，很是固执。于是我就说：“到目前为止，只有六个观象人员见到这个现象。万一全国人民看到这种现象，他们是不是会把它看成是凶兆呢？”① 最后他同意等一等，如果景星当晚再次出现，即便上奏。实际上，九天之后，金星便“横过中天”了②。这说明人们应当谨慎从事，不可轻举妄动。③

〈余任太史同佥、特旨令知天象事后，至元六年

① 这些话使我们想到一种情况，即人们在尚无较好的人工照明时，几乎都是日出而作、日入而息，大概不会有文化水平较高的人去核对官方观测人员的报告，而那些由于工作必须在户外过夜的人们，对天文学则了解不多。

② 这是一种大凶兆；参阅 Schlegel (5), p. 635; Chavannes (1), vol. 3, p. 374。

③ 《山居新话》第十四页正面，西译文见 H. Franke (2), no. 35，由作者译成英文。参阅 Franke (8)。

七月朔，灵台郎张某来请，甚急。及同到院，则李院使者肃衿以待。曰："夜来景星见。此祥兆也！可即往奏闻，我辈当有厚赐。"余乃以奏目画图考之志书，殊异。余曰："虽见于晦日，形则少异。且景星之现，当有醴泉出、凤凰来、朱草生、庆云至，而相副之；今陕西灾疫，腹里盗贼，福建反叛，恐非所宜。何天道相反如是耶？"李公之意颇坚，折之不已。余曰："今见者惟灵台监候六人也。万一或有天下共见之凶兆，当何如耶？"遂答曰："伺再见即闻。"乃止。越九日，太白经天。由是言之，凡事不可造次也如此。〉

由此看来，研究交食周期的现代天文学家或气象学家，在充分利用中国交食记录之前，必须作些仔细的历史分析和研究工作。不过，中国的记录并不象苛求的评语所说的那样不准确，否则便不可能从中推出象太阳黑子周期那样为大家熟知的周期了（参看后面第636页）。德效骞[①]以公元前96年的日食为例，提供了一项可以说明记载的正确性的明显例证。在沙畹研究斯坦因从新疆汉代烽燧遗址中掘得的历书，并发现黄伯禄［Huang

① 参看 Dubs (2), vol. 2, p. 141; vol. 3, p. 557。

(3)]把某些闰月摆错之前，这次日食是被列入待考类中的。及至作了必要的修正，便证明《前汉书》的记载是正确的。公元前16年前后，由于某些原因，司天人员观测日食特别仔细。德效骞认为，他们观测日偏食时，曾使用镜子之类的特制工具①。其中某次日食，据说是上天"独使京师知之，四国不见者"。然而各州郡都有自己的观测人员。公元前145年，有一次只有山东半岛东端在日出时能看到的日食，也及时报到京师，并且记录下来了。

看到交食记录逐渐趋于精密的情况，是很有趣的。《春秋》就已经有三次日食出现"既"字，表明是全食。关于公元前442年、382年和300年的日食，《史记》上有"昼晦星见"的话。汉代记录除"既"字(全食)之外，又增加了"几尽"(几乎全食)、"不尽如钩"(新月状)之类的术语。有一次还提到"三分"(十分之三)的偏食。后来，历代都载明偏食的食分，唐代记录并有"大星皆见"的话。汉代

① 参看 Dubs (2), vol. 2, p. 420。我想这也可能是和烟熏玻璃相似的东西，例如半透明的玉以及云母、水晶等(参阅后面第639页)。

的记录有时载明日食的持续时间和起讫时间，误差不超过十五分钟。唐宋记录中的细节大部分都很精确。关于交食在天上的位置（在某宿中的度数等），汉代一般都有记载，而唐代则全部有记载。朱文鑫（2）把这些日食一一用奥波尔策交食图表进行了核对，证明绝大部分是如实记录的。

(iii) 交食的预报

自古以来，中国天文学家自然一直注意研究交食的预报，尽管这和文艺复兴以前的一切努力相似，预报只能是经验性的。我们知道，巴比伦曾对所谓"沙罗周期"①(18年又11日，即223个会合周期）加以验证，到这种周期结束时，日、月又处在同一相对位置上，日食便重复出现。现在我们知道，日食只取决于月球公转的周期及其相对于太阳的交点。经验性日食预报的困难之一是：无

---

① 诺伊格鲍尔[Neugebauer (9), p. 135]曾指出，说巴比伦人曾用沙罗（saros）作为这种周期的名称，在历史上纯属虚构。在贝洛索斯的著作中，所谓 saros 原指3600年而言。这个词与交食周期发生联系，是由于哈雷为休达斯（Suidas）的著作增加一条含糊的订正而引起的。

论在哪一个固定中心,都无法进行观测,因为在地面上,每次日食只有在一条狭长的地带上可以看到。日食比月食次数多;每一沙罗周期有日食41次,月食29次[1]。就日食来说,在大致相同的地点重复出现,需时三个沙罗周期[托勒密的一个"艾赛利莫斯"(exeligmos)]。汉代人似乎并不知道这些周期,但他们发现了自己的周期,即包括135个月的"朔望之会"(后称"交食周")[2],这期间共包括23次日食。刘歆在公元前七年的《三统历》[3][参阅 Eberhard & Henseling (1)]中常用朔望之会一词,看来是在公元前一世纪中发展起来的。有些学者认为,刘歆为迁就这一周期,曾窜改《春秋》日食的年代[Eberhard, Müller & Henseling (1)]。

到三世纪初,月球轨道被分析得更清楚了。刘洪预报交食的方法,已知月球轨道经过黄道的交点,称之为"过周分",并估计出月球轨道与黄道

---

① 参阅 Spencer-Jones (1), p. 177; Berry (1), pp. 19, 56; Dubs (2), vol. 1, p. 163。

② 最准确的是十九世纪纽康算出的周期,为358个月。

③ 《前汉书》卷二十一下第一页反面;《后汉书》卷十二第十八页正面。

所成的角(兼数)为6度左右①。兼数见于公元206年的《乾象历》②。在同一世纪中，杨伟能预报亏起角(日食的初亏)和去交限(复圆的方向)③。公元390年前后姜岌发展了这个方法,他能大致预报偏食的程度④。七世纪初期，刘焯和张胄元已能预报起讫(初亏和复圆)的时间、所在(在天空的位置)和食分(大致的偏食程度)。唐代僧一行及其他天文学家用了一套预报交食的术语:“初亏”表示开始时间,“食甚”表示掩盖最多的时间,“复圆”表示最后脱离接触的时间。环状的日食称为“环食”。在这一期间，人们也曾企图预报地面上可看到日食的地带。

---

① 刘洪的度数,以中国古度计相当于5°54′。伊巴谷(公元前二世纪)定为5°。实际数值是5°8′。

② 《晋书》卷十七第一页反面那一节,特别是第七页正面那一节。参阅他的《论月食》一文的残存片断,收在《后汉书》中(卷十二第十七页正面开始)。

③ 《晋书》卷十八第六页正反两面。

④ 关于日食预报,六世纪中叶有一次著名的争论。北齐著名的天文学家五人预报日食的时间为同一日,但有四个不同的时辰,结果无一准确。于是他们继续争论,得不到结论,一直到北齐灭亡为止(“争论未定，遂属国亡。”参看《隋书》卷十七第四页反面及《旧唐书》卷三十二第一页正面)。

宋代的交食预报有时由太史局[1] 负责，观测则由司天监负责。关于当时推算交食的方法，十一世纪沈括的《梦溪笔谈》[2] 有一段有趣的文字。沈括在这段话里很推崇他的友人卫朴，卫朴所作的交食表几乎与《左传》所载日食全部相合，其成就甚至超过一行。下面的一段话录自十三世纪初的《枫窗小牍》，说明当时人们大概普遍对推算交食感到兴趣，官方司天人员在预报的准确度方面，似乎不是唯一可靠的。

> 庆元四年（公元1198年）皇室司天人员预测九月初一夜里有一次日食，可是民间预测日食出现在白天，结果证明民间的预报是正确的。嘉泰二年(公元1202年),皇室司天人员预测日食出现在五月初一的正中午，可是平民赵大献说："十一点三刻食三分"。皇帝命令著作张嗣古、秘丞朱钦则等利用浑仪进行核对。结果证明赵大献的预报是正确的。

---

① 参阅前面第50页关于京师同时设两个天文台那一段文字。

② 《梦溪笔谈》卷十八第十一则；参阅胡道静（1），卷下，第604页起。

司天人员由于失职，受到严厉处分。自从迁都江南之后，历法一直有许多错误。[1]

〈庆元四年九月朔，太史言日食于夜，而草泽言食在昼。验视，如草泽言。嘉泰二年，日食五月朔，太史以为午正。草泽赵大猷言："午初三刻食三分"。诏著作张嗣古监视浑仪，秘丞朱钦则等覆验，卒如大猷所言。史官乃抵罪。盖自渡江后，历差多矣。〉

预报交食的方法在郭守敬[2]时代（十三世纪最后二十年），尽管仍然属于经验性的，可是还保持着高水平，但到了明代，较早的方法已被人们遗忘，水平日益下降。我们记得，耶稣会传教士之所以取得中国皇室信任，原因之一就是他们能预报交食。

(iv) 地球反照和日冕

在和这论题相关的若干天象当中，"地球反照"效应可以一提。当日光照射下的地球，由于反

---

① 《枫窗小牍》卷下第十八页反面。本书第二十七章关于时钟机械的部分，对于北宋之亡和迁都杭州在中国科学技术上所造成的损失，将进一步提出论证。

② 可惜他的《古今交食考》一书已失传。

射作用，把月球黑暗部分照亮时，便可看到这种作用。如《派特里克·斯彭士爵士歌谣集》(*Ballad of Sir Patrick Spens*) 所说的：

昨宵见新月，
旧月偎其怀。
船主若出海，
恐遭祸与灾！

屈纳特[Kühnert (5)]在一篇精心撰写的论文中，承认中国人早已知道这一现象，称之为"德星"或"景星"。司马迁说：

当天空宁静清沏的时候，景星就会出现。它又名叫德星。它并没有一定的形状，可是人民认为它出现在有道的国家里①。

〈天精而见景星。景星者，德星也。其状无常，常出于有道之国。〉

---

① 《史记》卷二十七第三十三页正面[1)]，由作者译成英文。沙畹 [Chavannes (1), vol. 3, p. 392] 注意到，这个"景"字就是几百年后所谓"景教"的"景"字。他怀疑"景教"一名与三贤人星的故事有关。较晚的史书如《晋书》卷十二第四页正面、《宋史》卷五十六第二十一页正面，都有景星出现的记载。

1) 同页有唐朝张守节的《史记正义》注语"景星状如半月"，这也证明景星是地球反照于月球的天象。——译者

这就是前面第593页中杨瑀记载的景星，出现景星代表吉祥的传统说法使当时（公元1340年）北京司天院的人们庆祝过早。奇怪的是，欧洲人的解释，在性质上竟完全相反[1)]。

关于在日食时对日冕的观测，刘朝阳(1)认为公元前第二千纪的殷墟卜骨上可能有最早的记载。日冕很容易用肉眼看到，一世纪时，和王充及张衡同时代的普鲁塔克（Plutarch）已有论述①，后来开普勒也曾谈到它。刘朝阳所研究的卜骨残片，其年代可能是公元前1353年、前1307年、前1302年或前1281年。因此，这里涉及的日食并不在董作宾（1）已考证确定了的范围之内②。甲骨上所留的字迹，释文为："三焰食日，大星"，即三条火焰吃掉了太阳，大星出现③。因此，假定这是太阳突出物或日冕流光的记录，似乎并不是没有理由的。

另一记载可能与此有关，即《左传》所载公元

① 参看 Berry, (1), p. 390。

② 见前面第567页。

③ 这大概是一个行星，也许是一个较亮的恒星［参阅陈遵妫(5)，第59页］。

1) 中国人把景星视为吉兆，欧洲人视为凶兆。前面所引的歌谣证明了这一点。——译者

前490年[1]“有云如众赤乌，夹日以飞”。“日珥”一词[2]本指日晕，但也可能被用来指日冕。勒文斯太因认为“有翅的太阳”这种图形可能起源于日冕观测。这种图形显然带有亚述和波斯的特征，而在古代的中国也不是找不出来。

(2) 新星、超新星和变星

交食并不是中国古书能提供丰富记录的唯一的天象。现在我们知道，天空中肉眼可见的众星总数并不是永远不变的，有时一些星出现了，一些星消失了，星的等级和亮度也经常在变。原来勉强可见的暗星，亮度会突然增强一百万倍。这样的恒星爆发，便生成所谓“新星”；如果爆发特别猛烈，则生成“超新星”。另有一些星的亮度在有规律地作周期性变化，因此被称为“变星”。从许多优秀的天文学著作可以看出，所有这些现象，对于当前的宇宙理论研究，都是极为重要的[3]。

---

① 即哀公六年；参看 Couvreur (1), vol. 3, p. 631。

② 参看后面第735页。

③ 例如参看 Spencer-Jones (1), pp. 323 ff.。

董作宾(1)所研究的殷墟甲骨中,有一片上面提到新星,年代约为公元前1300年左右,确为遗留至今的最古新星记录(图182)。这片甲骨上的卜辞说:“七日己巳夕岦𡳿新大星并火”[①](月之七日,即己巳日,晚上,有一颗巨大的新星和大火即心宿二同时出现)。同一时期的另一条卜辞说:“辛未有毁新星”(辛未日,新星变小或消失了)。这大概是指同一新星,因为两个日期之间相隔只有两天,而这样的亮度增减是在意料之中的。用“新星”两字代表现代所谓新星(novae),只到汉代中叶就终止了,自那时以后,新星便改称为“客星”了[②]。

到十三世纪末,马端临在《文献通考》卷二九四中,把汉初以来出现的不寻常的星列成清单[③]。

---

① 《殷历谱》下编第三卷第二页正面。准确年份不详,但应在公元前1339年至公元前1281年之间。此处的“火”与行星中的火星无关,因为在公元前四世纪五行说形成之前,五星还不以五行为名。这颗超新星的位置与射电星2c.1406相近(比尔博士私人通信)。

② 参阅周光地(1)。最初名“宾星”,见于公元前三世纪的《吕氏春秋》卷三十;参阅R. Wilhelm (3), p. 78,他的解释是错误的。

③ 清单中所列新星,自公元前134年至公元1203年。

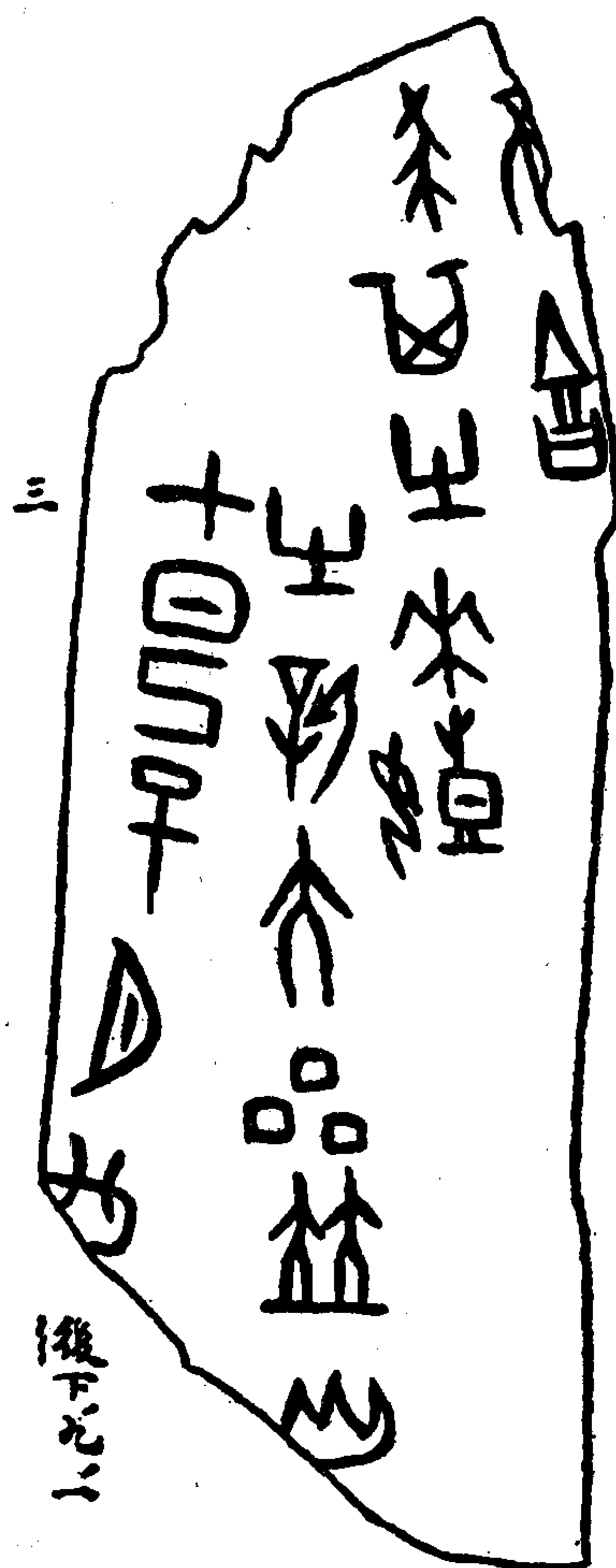


图 182 最古的新星记录。这片甲骨上卜辞的年代约为公元前1300年，从左到右的两行文字为："七日己巳夕豈出新大星并火"

1846年毕瓯［E. Biot (8)］已将此单译成法文，并加了注释。其中有些已列入威廉斯［Williams (6)］的彗星表，并已全部收集到伦德马克［Lundmark (1)］的重要论文中。可是现在席泽宗(1)的新表比旧表优越，已取而代之了。中国的另一古新星清单见《图书集成》①的星变部。马端临从历代史书中摘出的古代记录，常把新星和彗星混为一谈，但所附的说明一般已足以证认出新星了。记录中经常记有出现日期、持续时间、在天上的位置②、星的亮度和颜色③等。例如，公元185年的一条记载说：

> 中平二年(公元185年)十月癸亥日，一个客星出现在南门(半人马座 α, β) 星座的正中；它的大小象竹席[1)]的一半，轮流呈现出

---

① 《图书集成·庶征典》卷二七至卷五九。此书将各种记录(新星、彗星、流星、会合等)都混在一起了。

② 我们相信，从汉朝以后，天文学家测星的位置是用度数记录的。但正史一般只说明对某一星座的大体相对位置；可能是史书作者作了删节。

③ 参阅朱文鑫(4)。

1) 这里《后汉书》原文用"筵"字，指坐席而言。《文献通考》用"筵"字；《辞海》根据朱骏声的《说文通训定声·鼎部》，解释"筵"字为"络丝的用具"，又名"籆子"，周长0.56—0.65米，呈八角或十角形。——译者

五种颜色，时亮时暗。它的亮度逐渐减弱，最后到第二年的七月就消失了。①

〈中平二年十月癸亥，客星出南门中，大如半筵，五色喜怒，稍小，至后年六月消。〉

有趣的是，我们发现马端临的星表，一开始就是公元前134年的那颗星，也正是这颗星促使伊巴谷着手编写总星表②。伊巴谷把它列在天蝎座，中国人也同样把它列在与天蝎座相当的星座——房宿。但是，这颗星可能是彗星而不是新星③，因为我们的唯一根据是普利尼(Pliny)的叙述，而普利尼说得很清楚，它的位置在移动④；中国的记载

① 《后汉书》卷二十二第六页正面；《文献通考》卷二九四第二三二六页下栏，由作者译成英文，借助于 Biot (8)。

② 参看 Berry (1), p. 51。

③ 福瑟林哈姆 [Fotheringham (4)] 对这一问题曾作过专门研究，参阅 Merton (2)。这颗星又与庞杜[1] (Pontus) 国王米特里达提 (Mithridates Eupator) 的诞生有联系。作米特里达提传的雷纳克 [Reinach (1)] 不知道中国也有记载，他认为关于国王诞生时出现彗星的话全是无稽之谈，一律略去了。这个米特里达提和西方记载中最早的水磨有关，公元前63年他去世时，他的水磨落入罗马人手中(见第二十七章第六节)。

④ 参看 *Historia Naturalis*, II, 26 (24), 95。

1) 庞杜为黑海东北岸的一个古国名，建于公元前四世纪。——译者

也和这种说法相符合。马端临的星表引自《前汉书》[①]，此书用的是“客星”一名，但《史记》[②]中较详细的叙述则认为此星的形状相当于当时典型的“蚩尤旗”。“蚩尤旗”一向被认为是一种特殊类型的彗星[③]。总之，这颗星在旧大陆的东西两端都曾被仔细观察过。

伦德马克［Lundmark (1)］曾作过一项很有趣的研究工作。他把那些可疑的新星按银道座标标出之后，发现它们的空间分布和现代观测到的新星非常接近。因此，那些“客星”确是新星，它们现在和过去一样仍然在银河系中出现，不仅在最亮的区域，并且在恒星密度很低的区域也有。这个研究结果证明中国的新星记录是可靠的，因为那些“客星”如果是专为批评朝廷而假造出来的，

① 《前汉书》卷二十六第二十七页反面；译文见 Fotheringham (4)。

② 《史记》卷二十七第四十二页正面；译文见 Chavannes (1), vol. 3, p. 408。

③ 《史记》卷二十七第三十二页反面，译文见 Chavannes (1), vol. 3, p. 392；详见《晋书》卷十二第四页反面，译文见 Ho Ping-Yü (1)。不过，席泽宗(1)的新星表仍认为公元前134年出现的是新星。

那末,现在它们便不会恰好在那里出现了。

关于新星的出现,从前一向用占星术来加以解释,这是很自然的,也是难免的。有一个事例见于一种重要军事著作——唐代李筌于公元759年著的《太白阴经》。此书把客星的出现看作军事上的一大凶兆①。《开元占经》自然更是一部关于这类神秘预兆的深奥的专著②。

现在人们认为,我们的银河系大约每隔一、二百年出现一次产生超新星的星体大爆发,这一现象的频率在其他星系中大概也是如此③。超新星见于记载的只有三颗④,最近加莫(Gamow)已把它们的来历弄清:一颗是公元1572年第谷观测的"新恒星"⑤,第二颗是他的弟子开普勒在1604年观察到的⑥,第三颗发现于1054年,只有中国

---

① 《太白阴经》卷八第十三页反面。参阅《晋书》卷十二第六页反面。

② 《开元占经》卷七十七第一页正面起。

③ 参看 Stratton (1), p. 259。

④ 亦可参阅 Wattenberg (1)。

⑤ 在仙后座。席泽宗[(1),第82页]提供了中国的记载。

⑥ 在蛇夫座。这颗新星在中国和朝鲜也有记载。关于中国的记载,见 E. Biot (9); Williams (6), p. 93; 席泽宗(1),第85页。关于朝鲜的记载,见 Iba (1)。

人有记载①。这第三颗新星是蟹状星云的来源，现在已成为明亮而散乱的星云，几乎无定形（见图183），而且一直在膨胀。从膨胀的速度计算，它大概是在八百年前从一个中心点开始的。据中国的记载，这颗客星的最高视亮度与金星相等，因此很容易算出，当它爆发时，亮度要超过我们的太阳几亿倍。

巴德（Baade）特别重视中国新星记录在现代天文学上的价值②。汉学家们和天文学家们曾通力合作，对史书上的记载进行过仔细的研究和计算，因此，关于蟹状星云即是公元1054年的"客星"这一点，几乎已没有什么怀疑的余地③。记载这一现象的五种古书都已收集齐全④，不过这里只须

① 日本人也有记载。

② 这些记载有多方面的应用。例如，人们一直想用以考证基督教传说中三贤人的"东方之星"。伦德马克［Lundmark (2)］认为，此星即公元前5年中国记载的新星。他又认为，"星之子"(Simon bar Kochba，即真名 ben Koseba 的双关语)的叛乱可能与公元123年中国记载的新星有关。

③ 参看 Hubble (1); Oordt (1); Duyvendak (17); Duyvendak, Mayall & Oordt (1)。

④ 包括《宋史》[1] 卷五十六第二十五页正面及卷十二第十页反面。

1）《宋史》卷五十六的原文是："客星……至和元年五月己丑，出天关东南，可数寸，岁余稍没。"——译者

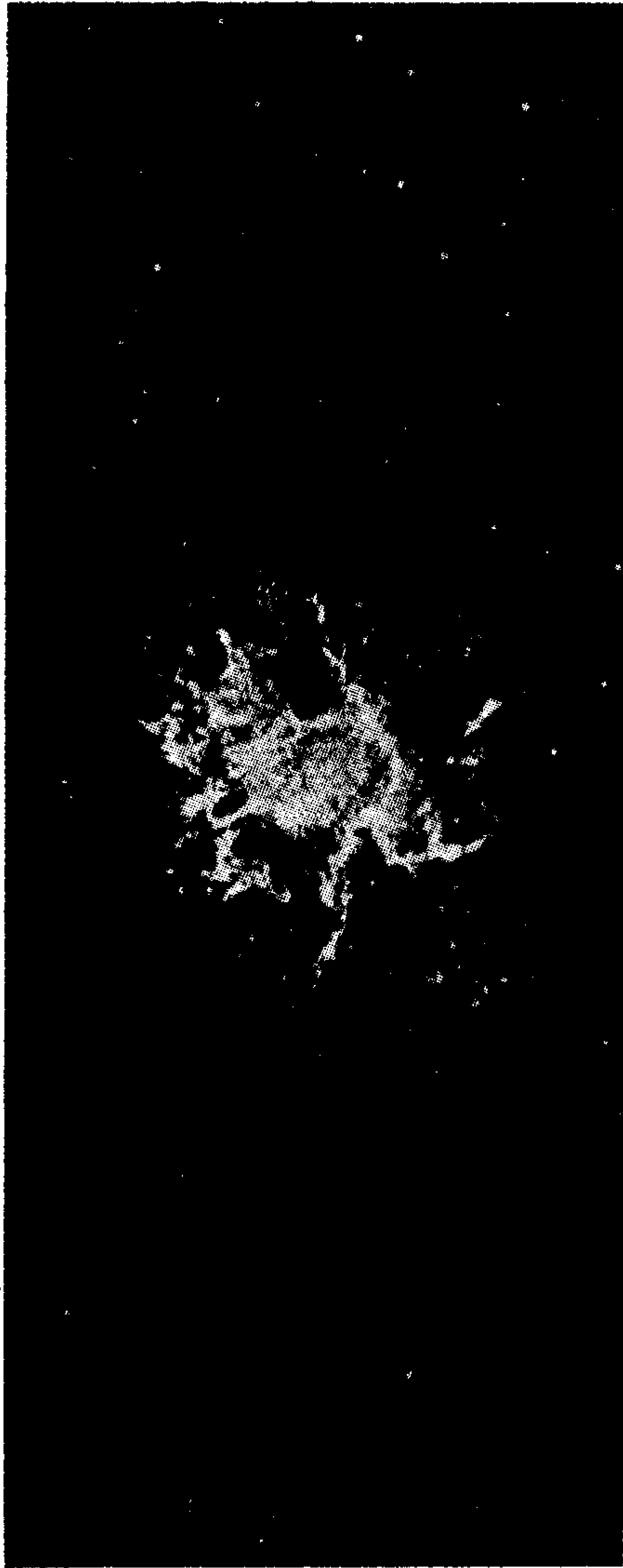


图 183　金牛座蟹状星云，即公元 1054 年超新星（只有中、日两国观测到）的残存体。这张照片用对红光敏感的干片摄成，表现出中部小而密的炽热星体照亮着四周尚在膨胀的星云物质（加莫摄）

引用一种:

> 至和元年五月①1),司天监天文历算官杨惟德说:"我见到一颗客星的出现;这颗星微带晕色,发黄光。我恭敬地遵照皇帝的威权②占卜,结果是:'客星不冒犯毕宿;这说明皇上圣明,并且国内有伟大的贤人。'我恭请将卜辞交国史馆记存。"③
>
> 〈至和元年七月二十二日,守将作监致仕杨惟德言:"伏覩客星出见,其星上微有光彩,黄色。谨案皇帝掌握,占云:'客星不犯毕,明盛者,主国有大贤。'乞付史馆,容百官称贺。"〉

皇帝果然把卜辞交付史馆,并接受了百官的祝贺。公元1056年4月2),司天监报告说客星已隐,是

① 正确的日期是公元1054年8月27日。

② 戴闻达(Duyvendak)指出,这是由于皇帝重黄色。

③ 《宋会要》卷五十二第二页反面,译文见 Duyvendak (17)。在中国关于这颗超新星的描述中,最有意义的一点在于其亮度减弱的情况恰与今日所知道的超新星衰退规律的速率相合。这一特点的意义,是弗雷德·霍伊尔[Fred Hoyle]教授给我们指出的。

1) 《宋会要》原文为"至和元年七月二十二日",李约瑟根据戴闻达[Duyvendak (17)]的译文,误为"五月"。——译者

2) 这里李约瑟已将阴历三月改为阳历四月。——译者

客去的征兆。

> 公元1054年6月该星起初在天关(金牛座ζ)的东部天空出现。白昼都看得到，象金星那样；它的光芒四射，呈红白色。可见期共历二十三日。①
>
> 〈初，至和元年五月晨，出东方，守天关，昼见如太白，芒角四出，色赤白。凡见二十三日。〉

这次观测是在宋都汴梁(开封)进行的，可是在北京的辽国天文学家也不落后于杨惟德，他们也报道过这一现象②。日本人也没有放过它，他们的两种编年史对这次客星的出现都有记载，内容大致相同③[Iba(1)]。根据这两本书的原文，他们的第一次观测日期比中国第一次记载早十天左右。

有些作家注意到，第谷的新星在历史上具有重大意义④。这是从根本上动摇了亚里士多德的

---

① 《宋会要》卷五十二第二页反面，译文采自 Duyvendak (17)。

② 《契丹国志》卷八第六页反面。

③ 见《明月记》公元1230年11月8日的记载，又见于《一代要记》。

④ 原文见第谷公元1573年的著作(*De Nova Stella*)，公元1901年丹麦皇家学会根据原来大小重印。

天体“完美”学说的事件之一，它为接受哥白尼的宇宙观铺平道路。威利[Willey (1)]在深刻地分析十七世纪的思想动态时，曾引用伽利略下面的话：

> 除了1572年和1604年两颗新的星以外，据观测，彗星也是在高于月球轨道的地方生成和解体的——毫无疑问，高度远远超过所有行星。在它朝着太阳的一面，利用望远镜，可看到某种稠密而不透明的物质，一面在形成，一面在消散，很象地球周围的雾。①

正如威利所说，这些证据表明，天既不是永恒不变，也不是完美无缺，因而它们对彻底推翻中世纪经院哲学作出了巨大贡献②。萨顿曾经说过，中世纪的欧洲人和阿拉伯人未能认识这些现象，不是因为它们难于观测，而是他们盲目相信天体完

---

① 《数学文集及汇刊》(*Mathematical Collections and Translations*)，索尔兹伯里 (T. Salusbury) 编 (1661年)，第25页。

② 第谷下面的话给经院哲学敲了丧钟：“总之，我的结论是说，这是一颗星，不是任何可能发生的彗星，也不是某种可能发生的低于或高于月球的火流星，它正是自宇宙开始以来，在以前的无穷岁月中出现于天穹的发光的星。”参阅 M. H. Nicolson (1), p. 23。

美无缺的成见和思想上的惰性所造成的。在这方面，中国人没有受到束缚。

中国的“客星”记录，对今日的天文学研究仍然具有一定的现实意义，这可从近年发展迅速的射电天文学看出[1]。1932年，人们在研究无线电接收机的杂音时，发现杂音以恒星日为周期作有规律的变化，因此可知来源一定是在太阳系之外。自此以后，干涉仪式天线得到发展，并且开始用它进行系统的空间探测，结果发现了一大批很强的射电源(“射电星”)。这些星的性质和来历如何，它们和现在还看得到的弱发光体或者和已经看不到的新星有什么关系，这些都是疑问，都是目前的重点研究课题。在这一方面，中国的新星观察(唯一早于中世纪一千年以上的记录）显然是关系重大的[2]。到了1950年，五十左右个射电星的位置被确定了，其中只发现七个与看得见的目标相合，金

① 例如参看 Shakeshaft (1); Ryle & Ratcliffe (1)。

② 不过这里有一些技术上的困难，因为中国的新星观测记录是由官方史家的手传下来的，他们并没有用度数表达出准确的位置。另一方面，现在发现的射电星非常之多，因此就存在着许多解释错误的可能性。

牛座的蟹状星云(即公元1054年中国记录的超新星)便是其中之一,其他六个星云过去可能一度是新星，有的则属于别的星系。最近在美国加利福尼亚州用200吋望远镜进行研究，已能对大约十五个射电星作目视鉴定，但就我们已知的全部射电星来说,却还是太少了。有趣的是,开普勒在公元1604年和第谷可能在公元1572年观察过的超新星,目前实际上已经隐没,但它们所在的位置现在都有射电源。

我们现在已有研究宇宙遥远处星体生成和消灭的这种既新颖又有效的方法①。由于这种方法迅速发展，并且它所达到的一切都有助于认识宇宙，便迫切需要把中国古书中的天象记载进行改编,使它们成为可供各国天文学家利用的形式。为了达到这一目的,必须由博学的汉学家、有经验的天文学家和射电天文学家通力合作。天空最重要的射电源在仙后座,属于我们的银河系,距离大约在1000光年以内。它大概是由超新星爆发而成的星云束,形如一束炽热的丝,这是过去所不知道的

① 现在已列入星图的某些射电星,它们离地球的距离可能远远超过用光学方法能够看到的天体。

形态①。最近，人们曾试图证明它是公元 369 年中国所记载的新星，但是不幸的很，这大概是出于一种误解②。然而，心宿二附近的强大射电源就是公

① 有些人认为它是 280 年以前爆发的。

② 此事的细节很有趣，并且由于得到的经验教训说明，汉学家与天文家有充分合作的必要，因此这里应当详细加以叙述。毕瓯[Biot (8), p. 21] 的表中有公元 369 年的新星，他当然是从马端临 1319 年的《文献通考》卷二九四得到有关报道的。但是，原始出处并不难找到。《晋书》卷十三第二十页反面说："海西太和四年(公元 369 年)二月，客星见紫宫西垣，至七月乃灭。"下文接着记述占星者对这一现象的解释。毕瓯把这些话正确地译成法文，并且只在按语中说"西垣"大概相当于恒显圈，这对于北纬 34° 的古阳城(即周公测景台所在地)来说是完全正确的（参阅前面 288 页）。后来，威廉斯 [Williams (6), p. 29] 的表中也有这颗新星，他似乎以为紫宫就是恒显圈。威廉斯的成绩虽不可埋没，但他的汉学水平不高，甚至把全部二十四史一律称为《史记》。紫宫是北天拱极区的又一名称(更正确地说，应叫做紫微垣，见《史记》卷二十七第一页反面)；它的"西垣"大致是沿北赤纬 70° 从赤经 70° 伸延到 210°，穿过鹿豹座、大熊座、天龙座一带。尽管晋代天文学家自己可能对新星的位置了解比较清楚，但《晋书》上的记载却颇为含糊。我们查看伦德马克 [Lundmark (1)] 和席泽宗 (2) 最新的新星表时，发现公元 369 年的新星列在赤经 0° 和北赤纬 60° 之处。何以差异如此之大呢？伦德马克的主要根据是齐纳的著作 [Zinner (3)]；齐纳一定想到必须核对原始资料，但是没有得到汉学方面的帮助。他的错误很可能来自这一事实：施古

元前 1300 年左右中国人载在卜骨上的超新星，这一点似可证实。

关于变星的记载，应向中日两国文献探求线索①。勃布洛夫尼柯夫(Bobrovnikov)指出过，至少有两个变星(英仙座β和鲸鱼座o)是肉眼容易看到

德 [Schlegel (5)] 的中国恒星、星座索引中并无“紫宫”，只有“紫宫旗”(no. 693)，其实，这是仙后座中的一个小星座，又名“阁道”。它沿着赤经 10° 的子午线，从北赤纬 45° 延伸到 57°。正如施古德 [Schlegel (5), p. 327] 所认为的，“紫宫旗”不是“阁道”的今名，因为我们在《开元占经》(公元 718 年)卷六十六第一页见有此名。齐纳不知道“紫宫”是全部拱极区的别名，把“西垣”一词轻易放过了。他对“紫宫旗”也已感到满意，因为据他看来，它大致也在恒显圈以内(这是对中欧的纬度而言)。到 1952 年，伦德马克星表的错误使什克洛夫斯基 (Shklovsky) 和巴连那柯 (Parenago) 认为，仙后座的射电源(约在赤经 352° 和北赤纬 58°)就是公元 369 年的新星。1954 年，中国气象学界前辈竺可桢 (6) 著文阐明研究中国科学史的作用，曾信手引证这一鉴定，造成以讹传讹。可是他的论文接着说，1953 年苏联科学院为了本书前面已列举的种种目的，曾请中国天文学家进行这项工作。现在这一值得欢迎的工作的首次成果，已由席泽宗 (2) 的论文加以报道。什克洛夫斯基认为有六个“中国新星”是射电源，席泽宗只认可了其中四个，而修正了另外两个，另外，他又增添了十一个新星，它们的方位和目前研究中的射电星很接近。

① 参阅伊波 [Iba (1)] 的研究简报，他已列出有关文献。

的[1],其中之一的确在望远镜出现之前便发现了[2]。

(3) 彗星、流星和陨星

关于彗星,巴比伦有些楔形文字记录,可追溯到公元前1140年[3]。欧洲古代和中世纪对彗星的观测次数也很多[4]。可是比较起来,中国的记录却最为完整——正像奥利维耶(Olivier)在他论彗星的名著中,开头便指出的那样。公元1500年以前出现的四十颗彗星,它们的近似轨道几乎全部是根据中国的观测推算出来的。和新星的情况相同,关于彗星的出现,也是中国人自己最先根据历代史书的记载进行汇编的。马端临(公元1240—

① 只有一块含意不清的巴比伦楔形文泥板,成为古时曾有这类观测的见证[见 Kugler (2), Schaumberger, *Ergänzungsheft*, p. 350]。泥板上记载着一个星座,据说其中的星,有时聚集,有时分散。《晋书》占星部分(卷十二)有好几条类似的记载。其中是否包括变星的观测,还要进行专门的研究才能判断。

② 这是公元1596年法布里修斯(Fabritius)发现的。

③ 参看 Sayce (2), p. 52, 并参考 *Brit. Mus. Western Asiatic Inscriptions*, vol. 3, p. 52, no. 1。

④ 彗星在占星术上的意义,见 Bouché-Leclercq (1), p. 357。

1280 年之间著称）把它们编入他的《文献通考》中。此书卷二八六所载的彗星一直包括到公元1222年的，宋君荣［Gaubil (10)］已把它译为法文，并增补了材料内容直到明末(公元1644年)为止的一卷补遗，这部手稿至今仍存巴黎天文台。马端临的辑录，另有公元1782年德经［C. L. J de Guignes (2)］的译本，毕瓯［E. Biot (9)］又利用宋、元、明三代（公元1222—1644年）正史中的材料，给它作了补充。威廉斯发现这几种表都不够完整，他在公元1871年发表了至今最完整的彗星表［Williams (6)］，提供了从公元前613年起到公元1621年止近372颗彗星的大量资料。

为了说明中国天文学家描写彗星的细致程度，我们选出《明史》中一段关于公元1472年彗星的记录；在欧洲，哥尼斯堡的约翰内斯·米勒［Johannes Müller, 即玉山若干(Regiomontanus)］也曾研究过这颗彗星①。《明史》记载说：

成化七年(公元1472年)十二月甲戌日，在天田星群（室女座 σ, τ）中出现一颗彗星。

① 参看 Thorndike (1), vol. 4, pp. 359, 422, 442。引文见《明史》卷二十七第十页反面。

它指向西方。突然，它向北移动，接触到右摄提诸星(牧夫座η, ι, τ)，并扫过太微垣(由室女座、后发座和狮子座的星组成的“垣”)，接触到上将(后发座ν)、幸臣(后发座2629)、太子(狮子座E)和从官(狮子座2567)等星。它的尾部指向西方，横扫过太微垣的郎位(后发座a—k)。己卯日，彗尾大大增长了，从东到西伸延整个天空。此后，这颗彗星向北移动了将近28°，接触到天枪(牧夫座ι, θ, χ)，扫过北斗(大熊座)，从三公(猎犬座北面的三颗小星)和太阳(大熊座χ)旁边经过，最后进入紫微垣(拱极圈)内①。就是在白天太阳光下也能清楚地看到它。以后在不同的时间内，看到它出现在魁(大熊座的“斗”)内，然后接近天帝星(小熊座β)、庶子(小熊座5)、后宫(小熊座b3162)、勾阵(小熊座ζ, ϵ, δ等星)②、三师(大熊座ρ2006, σ2027和2031)、天牢(大熊座Xh 80, 101, 133, 163, 177及Piazzi 170)、天皇大帝(极星，即小熊座α)、

① 参阅前面第201页。

② 参阅前面第205页。

上卫(仙王座χ)、阁道(仙后座$\xi, o, \pi, \theta, \phi, \nu$)、文昌(大熊座$\theta, \nu, \phi$等星)、上台(大熊座$\nu, \iota$)、等等。乙酉日，它向南移动，接触到娄宿(白羊座$\alpha, \beta, \gamma$)，经过天阿(白羊座e602)、天阴(白羊座$\delta, \zeta, \tau$等星)、外屏(双鱼座$\alpha, \delta, \epsilon, \zeta, \mu, \nu, \xi$)、天囷(波江座$\gamma, \delta, \epsilon, \eta, \pi, \tau$等星)。八年正月丙午日，它向奎宿的外屏移去，亮度逐渐变小，经过很长时间，才最后消失不见。①1)

〈成化七年十二月甲戌，彗星见天田，西指。寻北行，犯右摄提，扫太微垣、上将及幸臣、太子、从官。尾指正西，横扫太微垣郎位。己卯，光芒长大，东西竟天。北行二十八度余，犯天枪，扫北斗、三公、太阳，入紫微垣内，正昼犹见。自帝星、北斗、魁、庶子、后宫、勾阵、天枢、三师、天牢、中台、天皇大帝、上卫、阁道、文昌、上台，无所不犯。乙酉，南行犯娄、天阿、天阴、外屏、天囷。八年正月丙午，行奎宿外屏，渐

① 西译文见 Biot (9)，由作者译成英文。文中关于星座的考证是作者所加的。

1) 李约瑟引文与《明史》原文略有出入，如“后宫”误为“后妃”，“天囷”误为“天苑”，现据《明史》1974年标点版改正。——译者

微，久之始灭。〉

从这样的叙述中，人们很容易查明彗星的轨道。它最初出现在室女座，然后向北移动，成为拱极星，并且几乎成为极星，再向南移动，通过仙后座和仙王座，最后越过白羊座。“扫”字用得十分恰当，因为中国自古以来一直称彗星为“彗星”或“扫星”[1]。陈遵妫(4)介绍汉代彗星时，曾举出许多别名，如天搀、篷星[2]、长星、烛星等。因为彗星不一定有尾，记载中当然常有和新星混淆的情况，有待分清。当它和地球与太阳成一直线时，彗尾便看不见，这时，它的光就变成朦胧模糊的样子。中国人称反方向的彗星为“孛星”[3]，这至少是在理论上把它同新星截然分开了。我们不知道，北京钦天监的彗星记录里，是否还保存有手绘彗星图。图 184 是朝鲜彗星记录中较晚的一幅图，图中的彗星正在通过翼宿和轸宿之间。十四世纪末的初

---

① 可与“发星”(Stellae Comatae)一词相对照。

② 如果“篷”字不误，可能就是“绢柳星”(“Withy-Stars”)。

③ 定义见《晋书》卷十二第四页反面[译文见 Ho Ping-Yü (1)]。《晋书》卷十三第十七页正面记载说：公元 236 年 11 月至 12 月，有一个孛星变成了彗星。

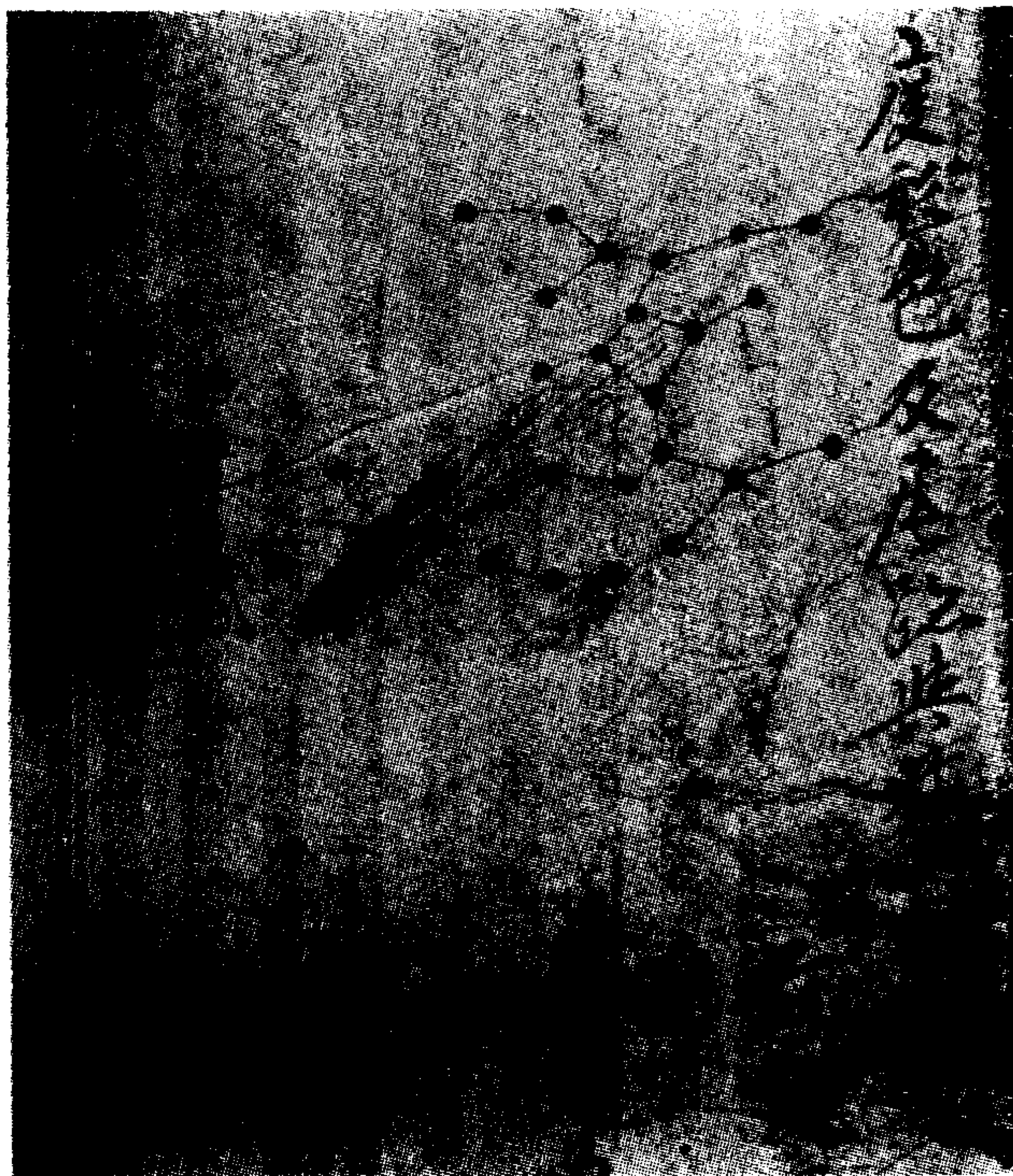


图 184（1） 朝鲜弘文馆(天文台)保存的手稿附图之一，表示公元1664年10月28日夜间在翼、轸两宿之间通过的彗星［采自 Rufus（2）］。右侧文字为："度、形、色及尾迹与昨一样。"下面的文字提到以前的观测。左测最末一行有"弘文馆"字样



图 184（2） 阿伦-罗兰（Arend-Roland）1956 h 彗星，1957 年 4 月 28 日午夜摄于英国剑桥，黄赤光摄影。从照片可以清楚地看出，彗尾有“芒”，直指远方（阿格和沃尔夫摄）。带“芒”的彗星不多见，但中国古书中却也有资料［参阅 Needham, Beer & Ho Ping-Yü（1）］

版《天文大成管窥辑要》1) 中，有各种彗星和新星的图，其画法仍然与七世纪《晋书》中的说明相合①。

奥利维耶说："在所有彗星中，哈雷彗无疑地对天文学的影响最大。这不仅因为它的周期比其他彗星都确定得早，并且也因为它的历史可以准确地追溯到两千年以上。"其所以如此，应当归功于中国观测记录的细致。哈雷本人的观测是在公元 1682 年进行的。他知道他所观测的，就是公元 1531 年阿皮亚尼斯所看到的，同时也是公元 1607 年开普勒所看到的那颗彗星；他预言这颗彗星将于公元 1758 年重新回到地球附近，后来它果然如期返回。哈雷彗的归来，按照奥利维耶的说法，其重要性怎么估计都不为过高。哈雷彗证明有些彗星确是太阳系的成员，它们的运动和行星一样，符合牛顿定律②。这颗彗星在公元 1835 年再次出

① 陈遵妫［(5)，第 63，69，71 等页］曾复制了这些图，不过质量不高。

② 关于这个问题的一般介绍，见 Plummer (1)。

1) 《天文大成管窥辑要》是清人黄鼎（1650—1730 年）所撰，成书于十七世纪。李约瑟误为十四世纪。——译者

现之后,天文学家和汉学家通力合作,把它的多次循环作了一番全面计算①。公元前467年的彗星观测②,大概是中国第一次观测哈雷彗,不过资料不够充分,不能肯定。公元前240年(秦始皇七年)[1)]的彗星,则是哈雷彗无疑。它在公元前163年再出现那一次不容易证明,但公元前87年和前11年的两次都十分明确,欣德[Hind (2)]根据中国人仔细观测了六十三天的结果,推出后者的近似轨道,其根数和哈雷彗的数值非常接近,可以说无可怀疑。他用王充时代(公元66年)的数据,也得到同样的结果。自此以后,按七十六年一次的周期,每次在中国史书上都有记载③,其中包括公元1066年的一次,那次彗星的出现,在西欧的历史上是众所周知的。

---

① 计算结果见 Cowell & Crommelin (1); E. Biot (10); Hind (2, 3); Hirayama (1)。朱文鑫[Wên Hsien-Tzu (1); 朱文鑫 (4)]有简单介绍。参阅 Schove (8, 9, 10); Kamienski (1)。

② 《史记》卷十五第四页反面和第五页正面。

③ 七世纪和八世纪的记载有些混乱。

1) 秦王政于公元前221年结束了战国时代,自称皇帝,秦朝由此开始,在此以前,只能称秦王政第几年,不应称秦始皇第几年;此处应称"秦王政七年"。——译者

首先观测到彗尾总是背向着太阳的，也是中国人。毕瓯[E. Biot (12)]报道了一条关于公元837年3月22日出现的彗星的有趣记载："凡彗星晨出则西指，夕出则东指，乃常也。"①但是，直到公元1532年阿皮亚尼斯才发现，不仅彗尾与太阳

① 毕瓯常常不注明出处，不过从他的著作[E. Biot (10)]看来，应出自《文献通考》卷二八六第二二七〇页下栏。这一总结最早是什么时期作出的？马端临是按照《新唐书》卷三十二第七页正面逐字照抄的。有趣的是，我们发现《旧唐书》卷三十六第十三页反面对同一彗星记载较详，虽然细节有所不同，但没有这方面的陈述。因此我们似乎可以说，公元1050年欧阳修和宋祁修《新唐书》时已经知道这一规律，而在公元950年刘昫修《旧唐书》时，还不知道这种规律。然而，这一猜测被另一事实推翻了——公元635年房玄龄写的《晋书》卷十二第四页反面已有同样的记载。我们在这项记载中找到了最全面的说法，因为它加了一句："如果彗星在太阳的南面或北面，彗尾的方向总是和阳光辐射的方向相同"。("在日南北，皆随日光而指。")一般都认为《晋书·天文志》的记载出自司天人员之手，据说，他们解释彗星的光和月光一样，是由反射而来。此外，公元837年的彗星(可以肯定是哈雷彗)的详细资料[见 Schove (8, 10); Kamienski (1)]表明，那时已经清楚地知道彗星出现的规律了。当时司天监正是朱子容，他由于皇帝向他征求意见，所以成为唯一留下了姓名的人。那颗彗星特别令人惊慌，因为它似乎使人们连这条规律都不注意了。关于彗尾背向太阳这一结论的最早记载，至少可上溯到七世纪或六世纪。

相背，并且它的方向也与矢径相符合①。

中国似乎很少仔细推敲过彗星理论。早期的作者自然把彗星说成是阴阳错乱的结果（例如《淮南子》）②。另一些作者则把不同的彗星和不同的行星联系起来，这就多少有点像近代理论的前身了③。这种理论在公元前50年京房的《风角书》里已经有所表达了④，他的原书虽已失传，但同时代的一部纬书却保存至今⑤，书里有些相似的论点。这种理论认为，每一彗星都来源于一个特殊的行星⑥。

彗星和流星群有密切关系。我们知道，八月的英仙座流星群沿着图特尔彗 (Tuttle's Comet) 的轨道运行，十一月的狮子座流星群（每三十三年有一次大流星雨）沿着腾普尔彗(Tempel's Comet,

---

① 参看 Sarton (1), vol. 3, p. 1122。

② 《淮南子》卷三第二页正面。

③ 参看 Olivier (1), p. 211。

④ 《晋书》卷十二第六页有简单介绍。

⑤ 即《古微书》卷三十三第一页正面起的《河图纬稽耀钩》；参阅《晋书》卷十二第五页反面及第六页正面。

⑥ 关于巴比伦和希腊对恒星与诸行星的关系的观点，参阅 Boll (5), pp. 46 ff.。

1866 I）的轨道运行，而五月的宝瓶座流星群则沿着哈雷彗的轨道。这些流星群大概可肯定是彗星粉碎后的残体。中国文献中有大批关于流星（或称“贲星”和“流星雨”）和坠在地面的“星陨”① 的报道。十三世纪马端临为这些报道作了辑要，他的《文献通考》卷二九一和二九二，已经先后由雷缪萨 [Rémusat (4, 5)] 和毕瓯 [E. Biot (11)] 译成欧洲文字。很多观察记载得非常详细，全部流星表超过四开纸二百页。如再按朱文鑫 (4) 或谢家荣 (1) 的研究，加上各省地方志的记载，那末，收集到的资料数量还要庞大。最早的年代为公元前 687 年或前 644 年（因为汉儒窜改过先秦古书，年代不尽可靠）②。据记载，有一次很大的狮子座流星雨发生在公元 931 年。这些记录是如此完整，因而毕瓯竟可以由此给宋代（960—1275 年间）的流星雨频率作出统计性的估计。记录中并包括地面所见的方向和所出现的颜色

① 参阅《晋书》卷十二第七页及《开元占经》卷二第九页反面。

② 《春秋》曾经过孔丘的删改，其中所包含的古代流星记录是经过整理的；见 Wu Khang (1), p. 174。

等[1]。在这一期间，七月和十月频率最高[2]。宋以前流星雨记录有149次，宋有272次，元、明有74次。前面提到的流星雨周期（33.11年，实际上是33.25年），在中国的记载中表现得很清楚[3]。

下面是细致描写陨星的一个实例，它出自沈括的《梦溪笔谈》：

> 治平元年(公元1064年)，在常州，中午的时候，天上发出象雷声那样的巨响。一颗焚烧着的星象月亮那样大，出现在东南方。接着又是一声雷震，这颗星移向西南。然后，它带着更大的响声坠在宜兴县许家的花园里。返照在天空的火光，远近都可以见到。许家花园的围篱都被烧掉了。篱火熄灭之后，人们看见地上有一个碗大的洞，很深，陨星还在洞里发光，隔了很久才暗下去。尽管停止发

① 请注意前面关于宋代是中国科学极盛时代的论述(第二卷第十六章第五节)。此外，应注意到，前面所引关于1472年彗星的详细描写是明代的，当时物理科学正处于低潮。关于自古以来的流星周期，参阅 Paneth (1)。

② 月份的不同纯属历法问题；这些流星雨应当是英仙座和狮子座流星群。

③ 参阅 T. Fu (1)。

光，陨星还是热不可近。最后把地掘开，发现有一颗拳头大的圆石，还有余热。石的形状象梨子。它的颜色和重量都象铁。常州太守郑伸得到之后，送往润州的金山寺，现在还保存在那里，放在匣中，供游人参观。①

〈治平元年，常州日禺时，天有大声如雷，乃一大星几如月，见于东南。少时而又震一声，移著西南。又一震，而坠在宜兴县民许氏园中。远近皆见，火光赫然照天，许氏藩篱皆为所焚。是时火息，视地中只有一窍如桮大，极深。下视之，星在其中荧荧然，良久渐暗，尚热不可近。又久之，发其窍，深三尺余，乃得一圆石，犹热。其大如拳，一头微锐，色如铁，重亦如之。州守郑伸得之，送润州金山寺。至今匣藏，游人到则发视。〉

中国古书中除称陨星为"陨"和"陨石"外，还有种种别名。章鸿钊的重要著作《石雅》中的一章②，

---

① 《梦溪笔谈》卷二十第三则，由作者译成英文。瓦卡［Vacca (2)］使作者注意到此书。参阅胡道静 (1)，卷下第 649 页。其他较好的叙述，见《癸辛杂识续集》卷一第三十五页反面，《别集》卷一第七页反面。看来最古的记载应该是公元前 662 年；《国语》(周语)卷一第二十二页正面；参阅冯友兰 (1)，第一卷，第 24 页。

② 章鸿钊 (1)，第 372 页那一节。

提供了更多的资料。据他说，《山海经》卷十六的“天犬”应是最古的名称。他还注意到，陨石常和新石器时代的石斧相混淆（其他古文化区也如此）[①]。公元660年左右，《旧唐书》提到人们把献给皇帝的一块陨石称为“雷公石斧”[②]。此外，还有“雷墨”、“霹雳碪”等名。十六世纪时，李时珍在《本草纲目》[③]中就是在这些标题下讨论陨石的。

(4) 太阳的现象；太阳黑子(日斑)

由于欧洲人抱有上天完美无缺的成见，有些天象就没有引起他们的注意，其中最明显的例子便是太阳黑子[④]。在欧洲，太阳黑子的发现是伽利略使用望远镜完成的天文学进展之一。据他自己说[⑤]，他在公元1610年末已看到黑子，但直到

① 亦可参阅 de Mély (5); Belpaire (2)。

② 参阅九世纪厄宁 (Ennin) 的日记，亦可参阅 Reischauer (2), p. 128。

③ 《本草纲目》卷十第四十五页反面开始; Read & Pak (1), nos. 113, 114。

④ 参看 Pelseneer (2)。

⑤ 参看 Berry (1), p. 154。

公元 1613 年才把他的结果公开发表①，此时英国人哈里奥特 (Harriot)、德国人法布里奇乌斯 (Fabricius) 和荷兰人谢涅尔已各自分别发现了这种现象②。起初，人们用行星通过太阳的说法来解释肉眼所见到的太阳黑子。谢涅尔以为黑子可能是太阳的小卫星，但是伽利略反对所有这些说法；他指出黑子必定是在日面上，或像乌云一样靠近日面，而黑子的运动则表明，太阳大约以一个月为周期，绕着自己的轴不停地转动③。

萨顿 [Sarton (3)] 告诉我们，西方对于黑子的观察比一般所想的为早，但是它们很零散，同时又是罕见的。艾因哈德 (Einhard) 的《查理曼大帝[1)]传》(*Life of Charlemagne*) 提到公元 807 年左右的黑子，当时以为是水星凌日，这大概是最

---

① 参看 *Istoria e Dimonstrazioni intorno alle Macchie Solari e loro Accidenti* (Mascardi, Rome, 1613)。

② 详见 W. M. Mitchell (1); Wohlwill (1)。

③ 黑子的本质自然是直到近期才明了的，但十二世纪时朱熹已反对黑子为地影的说法(《朱子语类》卷一第十页正面)。

1) 查理曼大帝 (Charlemagne, 742—814 年)，法兰克王国加洛林朝著名的统治者 (768—814 年)。公元 800 年，由罗马教皇加冕称帝，号为“罗马人皇帝”。——译者

早的记载。另一次观察是在公元840年，是阿布·法德勒·贾法尔·伊本·穆克塔菲（Abū al-Faḍl Ja‘far ibn al-Muqtafī）完成的，但被解释为金星凌日。此外，还有一些黑子记载，即伊本·鲁什德（Ibn Rushd）在公元1196年、卡拉拉父子（the Carraras）在1457年的记载。

太阳黑子活动的周期性，在十九世纪已由施瓦布[1)]（Schwabe）所证实，其周期最长为17年，最短为7.3年，平均约为11年①。另外还有重叠的不规则变化，周期较长。后来萨宾（Sabine）等人发现，黑子的11年周期是和地磁方面（磁暴等）的类似周期相应的②。现在人们承认，黑子活动和电离层变化有关，后者对无线电通讯有巨大影响，并且根据内皮尔·肖[2)]的意见，对气象情况也可能有影响。国际天文学联合会有一个常设委员会，专门进行日、地相关现象的研究。

---

① 参看 Spencer-Jones (2); Oppenheim (1)。

② 参看 Berry (1), p. 385; Spencer-Jones (1), p. 153。

1) 施瓦布（H. S. Schwabe, 1789—1875年），德国天文学家，以研究太阳黑子著名。——译者

2) 内皮尔·肖（Napier Shaw, 1854—1945年），英国气象学家，伦敦大学教授。——译者

但是，从悠久的历史来看，中国的黑子记录是我们所拥有的最完整的资料。记录从公元前28年[①]即刘向时代开始，比西方最早的文献几乎早一千年。自那时起，至公元1638年止，在中国的正史中，显著的黑子记载共达112次，而地方志、笔记以及其他书籍中的大量材料，迄今尚未完全汇辑成书[②]。在中国的记载中，太阳黑子被称为"黑气"、"黑子"或"乌"，其大小被描写为"大如钱"，"大如卵"、如桃、如李等。十三世纪的《文献通考》和《图书集成》[③]中都有丰富的黑子观测记录表，但是最实用的表在朱文鑫的著作中[④]。至于以西方语言发表的文献，继柯克伍德(Kirkwood)的早期记载之后，有威廉斯[Williams (5)]、罗维萨托[Lovisato (1)]、霍西[Hosie (1)]和德莫瓦德雷(de Moidrey)分别编成的太阳黑子表。德莫瓦

---

① 五月十日。见《前汉书》卷二十七第十七页反面；译文见 Dubs (2), vol. 2, p. 384。

② 例如，公元635年完成的《晋书》卷十二第一页正面及第十五页反面开始，有丰富的资料。公元1150年的《通志略》卷五十第七页反面也论及黑子。

③ 《图书集成·庶征典》卷二十四。

④ 参看朱文鑫(4)，第80页。

德雷得到黄伯禄的协助，从古代观测记录中发现了相当接近11年的周期①。这一点已被神田茂[Kanda (1)]所证实，他发现的周期是10.38年到11.28年；另外，他还发现有一个长得多的周期(975年)叠合在上面。到现在为止，太阳黑子表大概以神田茂(2)的日文著作为最完善②。

使用“乌”(即表示鸦，又表示黑色)这一名称，使我们想到一个问题：远在公元前28年以前，某些文献中的记载是否与观察黑子有关？陈文涛曾经指出，日中有乌(它的伴侣为月中玉兔)是中国周代和汉初流行的古老神话之一③。我们在《论衡》里可找到这类神话，作者王充在书中说：“儒曰，日中有三足乌。”④王充接着用他的怀疑观点进行辩论，说这是完全不可能的。但是，这类神话可能意味着早在邹衍时代已经有人观测到黑子

---

① 亦可参看 Schove (2, 3, 6, 7, 11)，他发现平均周期为11.1年，长周期为78年。

② 朝鲜的记录是从十一世纪初开始的，见 Rufus (2), p. 19。

③ 参看 Granet (1)。

④ 《论衡》卷三十二《说日篇》，译文见 Forke (4), vol. 1, p. 268。参阅《太平御览》卷七六四第四页反面所引《伏侯古今注》。

了。此外，德效骞注意到中古时代的另一传说，即公元前 165 年日中曾出现“王”字①，肖维[Schove (6)]因而猜想这可能是见于记载的最早的太阳黑子。

正和对待日食的情况相似，大概在很早的时候便曾通过墨色水晶或半透明的玉观察过太阳②。李时珍曾特别提到这一方法③，他说《玉书》中载有一种“观日玉”。曾有文献记载说，公元 520 年左右，扶桑使者以大块的观日玉进献。这些资料与黑子的观测有关，我们将在第二十六章第七节光学部分进行研究。不过，戈壁滩上的风沙所造成的昏暗天色，也可以使人看到黑子。

两位约尼迪斯 (S. A. Ionides & M. L. Ionides) 曾经说过④，中国占星术认为天上的现象

---

① 参看 Dubs (2), vol. 1, p. 258;《玉海》卷一九五第二页正面。

② 没有理由可以说，黑子观测在古代不可能实现。有些黑子很容易在日出或日没时用肉眼看到，也可以由静止的水面反光见到。通过薄霾也可以看得很清楚。直径为三万哩(地球直径的四倍)的黑子，不用望远镜也可以看到，而且许多黑子比这还要大，甚至达到地球直径的二十倍 [Sarton (1), vol. 3, p. 1856]。

③ 《本草纲目》卷八第四十八页反面。

④ 参看 S. A. Ionides & M. L. Ionides (1), p. 79。

与地上的现象有关,在黑子这一点上,也许是正确的。这种观点虽说现在还未得到普遍承认,但黑子周期通过气象条件变化的作用,同农作物丰歉之类的社会大事发生关系,并不是不可能的。荒川[Arakawa (1)]认为,从公元1750年以来日本稻米歉收的情况来看,这样的关系确实是存在的。《计倪子》(见前面第550页)一书,把12年的岁星周期和农作物丰歉的周期联系起来,按恰特莱[Chatley (1)]的说法,其根据也许就是11年的黑子周期。现在有些研究太阳黑子的人,正在部分地利用中国的数据来探索黑子最高值与其他现象(例如极光)之间的关系①。

十、耶稣会传教士入华时期

在文化交流史上,看来没有一件事足以和十七世纪时耶稣会传教士那样一批欧洲人的入华相比,因为他们既充满了宗教热情,同时又精通那些随欧洲文艺复兴和资本主义兴起而发展起来的科

---

① 例如参看 Fritz (1), Schove (1)。

学。虽然在本书写作规划中是把公元1600年看作一个转折点，因为从那时以后世界性的科学与中国的科学已不复存在根本性的区别了，但耶稣会传教士在中国天文学上所起的作用与亚洲前几个世纪的天文学有那么多的牵连，而且在中西文化相互影响的问题方面使我们得到了那么多的教益，因此，我们对十七世纪所发生的事情不能不稍作说明①。

从我们前面顺便作出的这一暗示可以觉察到，传教士们的到达对于中国的科学来说决不是单纯的好事。在我们从当时的文献中把他们的贡献提出来加以说明之前，让我们先开一张评价他们的功过的单子。第一，欧洲预报交食的方法远比中国传统经验的方法来得好②。这一点在1610年12月15日发生日食时第一次表现出来，当时

① 耶稣会传教士时期的文献很多，但很零乱。前面我们已引用过裴化行［Bernard-Maître (1, 5)］关于利玛窦的贡献的著作和费赖之［Pfister (1)］的百科全书性质的著作。至于一般综合性介绍，可举出薮内清(17)和裴化行［Bernard-Maître (16)］的著作。

② 但是，金尼阁关于中国在耶稣会传教士到来以前不知道交食真象的说法［见 Gallagher (1), p. 325］，据我们看来是完全没有根据的。

利玛窦已经去世，熊三拔 (Sabbathin de Ursis) 正在作为耶稣会的主要天文学家进行活动①。第二，传教士们带去了用几何分析法来解释行星运动的明确说明，当然同时也带去了为运用这种方法所需要的欧几里得几何学②。第三，几何学还在许多别的方面被加以应用，例如在日晷计时和星盘的体视投影方面③，以及在测量等方面④。第四

① 耶稣会传教士的预言有时曾引起一些趣剧。1636年，他们预言木星将在巨蟹座的两颗星之间通过，然后转而逆行。有些中国官员，以为这是火灾的预兆，所以便窜改了观察结果。但恰在此时北京附近一家大火药作坊发生爆炸，竟惊人地证实了传教士们的准确性 [Bernard-Maître (7), p. 457]。

② 金尼阁曾告诉他的读者说，中国人对两个天极一无所知 [见 Gallagher (1), p. 326]。从前面简单介绍的中国天文仪器史可以看出，这种说法是如何远离事实。此外，传教士还带去了托勒密的本轮学说，而当时哥白尼的胜利已经近在眼前，因此中国天文学家确实可以不必知道本轮学说。

③ 参阅李之藻的《浑盖通宪图说》(1607年)。李之藻是和耶稣会传教士合作的人。

④ 在某些情况下，耶稣会传教士其实只不过是使中国人想起了他们自己很早以前就已发展出来的东西，这些东西只是由于明代科学衰落而被人们忘怀了。因此，欧几里得几何学给"点"下的定义竟大受赞赏 [Bernard-Maître (1), p. 51]，传教士和他们的中国朋友们都不晓得墨家早在汉代以前便讨论过这个问题了(参阅第二卷第十一章第四节)。利玛窦讲解几何学的象限仪以及测高、测距、测宽等仪器的用法，同样也博得热烈欢迎 [Bernard-Maître (1), p. 57]。但是三世纪的《海岛算经》就已讲到测量技术，这一点显然也没有人晓得。金尼阁对于这些事是最无知的 [参阅 Gallagher (1), p. 326]。

种贡献是地圆说①，以及用经纬线把地球划为若干长方格。第五，他们使维叶特(Frangois Viète)时代的十六世纪新代数学，连同许多新的计算方法和计算尺之类的器械，能为中国人所利用。第六，仪器制造、刻度、测微螺旋以及诸如此类的欧洲新技术，在输入的新事物中也不是毫无价值的。望远镜的传入是这方面的最高峰②。

(1) 中国和水晶球说崩溃的关系

另一方面，耶稣会传教士带去的世界图式是托勒密-亚里士多德的封闭的地心说；这种学说认为，宇宙是由许多以地球为中心的同心固体水晶球构成的③。因此，他们反对中国固有的宣夜说，

① 这对于中国来说也不是什么新东西，传教士们已经想到[参阅 Gallagher (1), p. 325]，这是古代浑天说的一部分（参阅前面第109页）。奇怪的是，中国的宇宙学说竟很少影响到中国的制图法。利玛窦的地圆说认为地心是地狱，因此，中国人在接受此说时存在着某种厌恶情绪是可以理解的。

② 1634—1638年间，耶稣会传教士曾向明朝末代皇帝赠送许多天文仪器[详见 Bernard-Maître (7), p. 450]。皇帝本人曾亲自观测过1638年12月20日的日食。

③ 特别可参看 Aristotle, *De Caelo*, Bk. 2。耶稣会传教士的一位中国朋友瞿太素有一件趣事，他曾收到一块水晶稜镜，镜匣上有铭文说，这就是一块构成天的物质[见 Gallagher (1), p. 318]。关于封闭宇宙说在欧洲的崩溃，见 Koyré (5); Dingle (2)。

因为宣夜说认为天体飘浮于无限的空间。最有讽刺意味的是，当传教士们反对宣夜说的时候，也正是欧洲最先进的思想背弃亚里士多德的封闭宇宙说的时候。因此，他们的第二个过错，是他们阻挠哥白尼的日心说在中国传播，因为他们对教会加于伽利略的惩罚毕竟不能不存有戒心。第三，在岁差的问题上，他们用一种错误的理论来代替中国人不提出任何理论的谨慎态度①。第四，由于他们完全不能了解中国传统天文学的赤道座标和天极特点，因而把二十八宿和黄道带混淆起来，毫无必要地又引入赤道十二宫②。第五，传教士们不顾第谷刚刚向赤道座标前进了一步，又把不太令人满意的希腊黄道座标强加于基本上完全使用赤道座标的中国天文学，并且竟真的在北京造了一具黄道浑仪（参阅前面第497页及后面第683页）。

关于耶稣会传教士们的这种荒谬立场，在利

① 参看 Bernard-Maître (1), p. 88。后来牛顿终于作出了正确的解释 [Berry (1), p. 235]。

② 参看 De Saussure (16 d); Bernard-Maître (1), pp. 49, 76, 86, etc.。

玛窦的两封列举所谓中国人的"不经之谈"的信①（1595年10月28日及11月4日）中可以约略看出一些。他写道：中国人说，

（1）地平而方，天圆如盖；他们从未想到人在地球上可以对蹠而居②。

（2）只有一个天（而不是十重天）。天上空虚无物（而不是固体）。星辰在太空中运动（而不是固定在天穹上）③。

（3）他们不知空气为何物，我们认为有空气的所在（指各水晶球之间），他们认为是太空。

（4）他们增加金和木，略去空气，凑成

---

① 参看 Venturi (1), vol. 2, pp. 175, 184, 185, 207; Bernard-Maître (1), p. 48。

② 利玛窦应当是听到过盖天说（见前面第92页）的片言只语的。

③ 如前面第67页所述，公元前300年希腊水晶球说可能已传到过中国，但在中国天文学思想中未起作用。参阅第二十三章第二节第（2）小节。金尼阁后来写道："中国人从未听到过这样一些说法：天是由固体形成的；星是固定在那里而不是任意飘浮的；十重天互相包裹，并由于方向相反的力的作用而转动着。"[Gallagher (1), p. 326] 柯仲炯在《宣夜经》（公元1628年）中确曾反对过这些想法。

金、木、水、火、土五行(不用四元素说)。更恶劣的是,他们造出五行相生之说;可想而知,此说缺乏根据,但由于这是他们的古圣先贤传下来的学说,竟无一人敢于反对①。

(5) 关于日食,他们提出了一个绝妙的理由,即月接近日时,日光减弱②。

(6) 夜间,太阳隐在距地不远的山后③。

我们在这里看到了十六、十七世纪之交欧洲学术盛气凌人的一些表现:在宇宙结构问题上,传教士们硬要把一种基本上错误的图式(固体水晶球说)强加给一种基本上正确的图式(这种图式来自古宣夜说,认为星辰浮于无限的太空)④。

---

① 为四元素说辩护的论据并不比这更高明。但是,金尼阁却曾在讲道及教会小册子中傲然声称四元素说已压倒五行说[Gallagher (1), p. 327]。金尼阁说这番话的时代大致与欧洲莱伊(Jean Rey)、梅尤(John Mayow)的划时代著作同时,可是,四元素说在半世纪内即被波义耳彻底推翻了。

② 这是一句讽刺话。我们知道,这是古代的阴阳相克说(参看前面第572页),大概是和利玛窦谈话的人从《论衡》检来的旧说。

③ 这是一种古代传说的遗意。这种话肯定不是熟悉天文学的人讲的,而是从未受教育的熟人口中听来的。

④ 遗憾的是,克罗宁[Cronin (1)]在1955年出版的一部流行很广的书中,仍按耶稣会传教士的说法宣传中国天文学和宇宙论的落后。

关于这一点，值得我们再仔细看一看。利玛窦在信中写了这些话之后仅仅过了五年，吉尔伯特 (W. Gilbert) 在《论磁》(*De Magnete*) 一书中写道：

> 到底有谁曾经看到，我们称为恒星的那些星是处在同一球体上？到底有谁曾经据理证明，确实有什么坚如铁石的水晶球？这一点是从来无人加以证实的；而且无可怀疑，这一望无际的灿烂恒星正和距地远近不同的行星一样，和地面隔着不同的遥远距离——它们并不是固定在什么球形框架或天穹之上。从那远不可测的情形来看，有些星的距离是只可想像而不可验证的；即使是较近的星，也仍然很远，而且距离各不相同，有的处在无法形容的稀薄以太中，有的则处于虚空之中。……由此看来，那些似乎固定在一定位置上的恒星，显然在那里形成一些各有自己的中心的球，它们的各个部分都汇集在这些球的周围。如果它们有运动的话，那就很可能是像地球那样，各绕着自己的中心而运动，或者像月球那样，是一种中心在轨道上前进

> 的运动。……但是，无限和无限的物体是不能够运动的，因而也不会有广大无边的宗动天 (Primum Mobile) 的周日运动。①

在此二十年以前，布鲁诺在《宇宙无限论》(*De Infinito Universo*)中曾用他所惯用的激烈语气表明了同样的意思：

> 困难来自荒谬的方法和错误的臆说，具体地说，即关于地球的重量和地球静止不动、以及关于宗动天的位置的臆说，这种臆说认为，宗动天具有七、八、九个或更多个水晶球，上面嵌着、印着、涂着、钉着、胶着、粘着或画着许多星，因此，这些星所在的空间，不是我们自己的星球(我们称之为地球)所在的这个空间。②

如此说来，传入中国的正是宇宙论中的这些"荒谬的方法"和"错误的臆说"。但是，有没有什么具有刺激性的东西交换回去呢？

大多数经院派哲学家都跟着亚里士多德跑，

① 这本书的英译本见 Thompson (1), p. 215。

② 参看 Gentile, *Op. Ital.*, vol. 1, p. 402; Lagarde, *Op. Ital.*, vol. 1, p. 388; D. Singer (1), p. 71。

认为世界只能有一个①。但是，世界不止一个的学说在十七世纪迅速得势②，并且有大批谈星际旅行的“科学”幻想小说随之产生。关于这些小说，尼科尔森[M. H. Nicolson (1)]已在一本好书里作了评论③。以这类问题为主题的文艺作品，都有一种相同的倾向，它们都暗示中国人的怀疑

① 特别可参看 *De Caelo*, Bk. 1。亦可参阅 Duhem (1), vol. 2, pp. 55 ff.。不过达巴诺（Pietro d'Abano）在1310年曾提出，天体可能不是嵌在水晶球中，而是在空间自由运动的[参看 Duhem (3), vol. 4, pp. 241 ff.; Crombie (1), p. 202]。关于这个人，可参看 Thorndike (1), vol. 2, pp. 874 ff.; Sarton (1), vol. 3, pp. 439 ff.。

② 参看 McColley (1); D. Singer (1)。

③ 这种风气是和萨摩萨达的鲁兴（Lucian, 生于120年）一本谈到月球旅行的书的最早英译本［希克斯（Francis Hicks）译］同时开始的。除此之外，还有其他古书，如西塞罗（Cicero，公元前106—43年）的《松尼姆·西皮昂尼》[*Somnium Scipionis*，见 Keyes (2)]和普鲁塔克（Plutarch，公元48—123年）的《月亮轨道上的法西》（*De Facie in Orbe Lunae*），都包含有同样的思想，但这些古书在漫长的“水晶球”概念统治时期被束之高阁。几乎难以使人相信的是，和鲁兴同时的大天文学家、数学家兼机械设计师张衡，也描写过到太阳以外的太空的假想旅行——见他的《思玄赋》（《文选》卷十五），参阅 Hughes (7), pp. 79, 87, 117, 118; (8)。

主义（例如对于固体天球的怀疑）不是没有影响的。例如，作家戈德温(F. Godwin)[1]在一本最早的科学幻想小说《月中人——神行使者刚萨尔月球旅行谭》(*The Man in the Moone; or, A Discourse of a Voyage Thither, by Domingo Gonsales, the Speedy Messenger*, 1638年）中，让他的对话人乘着由野鹅推进的飞行机械飞上月球。从月球上看来，地球是和其他行星一模一样的。不久以后，对话人"脱离了专横的吸着物——地球"，后来，他得到了另一种能对付地球引力的机器[2]，从而飘然下降，恰恰降落在中国，他在那里遇到了中国的官员们和传教士们[3]。中国人和月

---

① 戈德温（公元1562—1633年）在牛津与布鲁诺相识，后来成为兰达夫和切斯特的主教。详见 M. H. Nicolson (1), p. 71。

② 韦尔斯（H. G. Wells）在他的《月亮上的第一个人》(*First Men in the Moon*）一书中所想像的，正是这样的机器。

③ 据麦科利［McColley (2)］猜想，多明果·贡萨勒（Domingo Gonsales）是部分影射利玛窦的——这两人都生于1552年，并于1601年到达北京；而且两人都各有一个助手［贡萨勒的助手叫迪果（Diego)，利玛窦的助手是庞迪我（Didace de Pantoja)］，都以澳门为向欧洲发信的驿站。戈德温确实从金尼阁的《在中国的耶稣会远征队》(*De Christiana Bxpeditione apud Sinas*）一书中借用了不少材料。

中人都用一种特殊的语言交谈。威尔金斯(John Wilkins)①的《月球世界的发现——月球上有另一可居住的世界的证明》(*Discovery of a World in the Moon, tending to prove that 'tis probable that there may be another habitable World in that Planet*, 1638年)一书中,以及惠更斯(C. Huygens, 1698年)等人的书中,都曾以略带小说性的文体宣扬同样的思想。笛福(D. Defoe)的政治性讽刺文章《康索利兑托——月球世界杂记》(*The Consolidator; or Memoirs of Sundry Transactions from the World in the Moon*, 1705年)一文也曾涉及中国,他把戈德温和威尔金斯两人都提到了。在这篇讽刺文章中,所有涉及中国的地方都含有双重意义,因为当他用许多夸张的故事来讲述中国的发明发现时②,都用中国人对自然规律的忠实和中国风俗习惯的纯美,来和欧洲各国政府政

---

① 威尔金斯(1614—1672年)是切斯特地方的主教。详见M. H. Nicolson (1), p. 93。

② 印刷术、火药以及大船的建造等,当然都谈到了;但是,也讲到暴风雨和潮汛的预报,以及想像中的新发明,如打字机、口授留声机等。

治上的绝对主义作对比①。所谓"康索利兑托"(又称 Apezolanthukanistes)其实就是飞机的预想;它有两翼，并载有足供飞到月球的燃料。正如钱锺书[Chhien Chung-Shu (2)] 所说,这本书把欧洲人对中国科学的矛盾态度表现得很清楚，因为尽管笛福说到"中国人对天体运动荒唐无知",但那星际飞机却又只能认为是精通天文学、机械学的人民所创造和使用的东西。此外,我们还可以在威尔逊(Miles Wilson)的《犹太流浪者焦卜森的一生》(*History of Israel Jobson, the Wandering Jew*, 1757年)一书中,第三次发现关于中国的题材：这位犹太人曾经访问了所有的行星，并用汉文认真地写出了他的旅行记②。在十七世纪，所有涉及太阳系以外还存在有可居住的星系这一思想的书，几乎是没有一本不提到中国的。例如德丰特奈尔(B. de Fontenelle)的《多世界谭》

① 据说,中国政治制度的基础是相信"人权高于神权",这种信念在西方被认为是一种异端邪说,"早已被我们有学问的博士们所打破,他们已经证明,帝王们是头上带着皇冠自天而降的,而他们的所有臣民则是生来背上就已带着鞍子的"。关于笛福的书,参阅 Nicolson (1), p. 183。

② 参看 Nicolson (1), p. 177。

(*Entretiens sur la Pluralité des Mondes*, 1686年),便用在乡村别墅中和某贵妇人作一夕谈的体裁来讨论这一主题。谈话人在屡次提到中国[①] 之后,说道[②]:

> 我答道，请让我把关于天的新见闻一起讲给您听,我相信不会有比这更新奇的事了。不过，我从前在新版拉丁文本中国史纲要中曾看到一些天象记录，恐怕这些新见闻倒不像那些天象记录那样令人惊奇，令人赞歎。在中国，人们一次看到几千颗星从天空带着隆隆之声沉入大海，或裂成碎块像雨点一般降落下来，这种情景在那里是看到不止一次的。这样的观测记录，在相隔很远的两个时代都有发现；那些时而带着巨响像火箭般向东疾驰而消灭的星，还不计算在内。遗憾的是,这种景象似乎只是给中国人看的,西方国家从来没有机会看到。不久以前,我们的哲学家们还自信关于天和天体永恒不变的说法，有一些经验可作为证明，但是就在这个

① 参看 Nicolson (1), pp. 46, 95, 165, 182, 236。

② 参看 Nicolson (1), p. 294。

时候，地球另一端的居民却看到数以千计的星体毁灭了；这一事实和我们的旧说完全不同。

她（侯爵夫人）说：但是，我们不是常听说中国人是那样伟大的天文学家吗？

确实如此，我答道，不过，正如希腊人和罗马人被漫长的时间隔开一样，中国人住的地方和我们这里当中隔着广阔的土地；遥远的距离使我们不能互相了解。……

这又是一个阐述文艺复兴后的宇宙论的欧洲人，他把中国人在这方面的声誉作为取笑的资料，用嘲弄的口吻向我们暗示：欧洲的传统学说认为星辰是不变的，是固定在转动着的水晶球上的；而中国人对于星辰的诞生和衰亡（新星、流星等），以及星光的遥远和多样，却早已有所了解。总之，为了搞清楚中国人完全不相信托勒密和亚里士多德的固体天球（关于这一点，耶稣会传教士一开始谈到中国的宇宙论时，是立即就会发现的），究竟是不是促使欧洲中世纪宇宙观发生崩溃、并对近代天文学的诞生有贡献的一个因素，是值得进行专题研究的。关于这种意见，有同时代的谢涅尔的

话作为证明。1625年左右，他在设法说明星空具有流体性质时写道：

> 中国人从不在他们的无数出色的学院中讲授天是固体的说法；从他们过去两千年中任何时期出版的书来看，都可作出这一结论。由此可见，天是流体的理论确实十分古老，而且易于证明。此外，人们绝不能忽略一项事实，即这种理论似乎是为普遍进行科学启蒙而提出的。据从中国回来的人说，中国人非常相信这种理论，因而把相反的看法（固体水晶球说）完全视为无稽之谈。①

此外，1665年纽霍夫（Nieuwhoff）发现，世界不止一个的想法颇有中国的特色，他的话可作为另一个例证②。

---

① 参看 *Rosa Ursina* (1630), p. 765 (Bk. 4, Pt. 2, ch. 29, Pro Caelo Liquido Auctoritates Astronomorum)，法译文见 Bernard-Maître (7), p. 57。在汉文方面帮助谢湼尔的大概是金尼阁。

② 1656年纽霍夫曾随荷兰大使前往北京［参看 Cordier (1), vol. 3, p. 262］。他写了一本书记述此次出使以及中国的情况，其中第二部分写道："在物理学方面，有些（中国）人的见解和德谟克利特、毕达哥拉斯相同，他们接触到世界的许多问题。这说明他们是多么喜欢研究自然界的事物。"

无论如何，当我们看到卫三畏 (Wells Williams)①1) 在1848年责备晚清通俗作家相信固体天球时，真是感到滑稽到了极点；他似乎把固体天球说当作是一种从古代留传下来的中国原始学说了。

(2) 不圆满的交流

前面已经谈到②，利玛窦本人是真心实意(很有理由这样说)赞赏郭守敬所制造的仪器的。但明代末期是那样萎靡不振，欧洲人对于自己在科学方面的优势又是那样自信，以致谈论中国天文学的文章在十七世纪的欧洲总是不受欢迎的。关于这种情况，我们可以引用一、两段有关的文章。金尼阁曾写道：

> 他们也有一些占星术和数学的知识：古时在算术和几何方面比较出色，但这些知识在学习和传授中混淆起来了。他们记载下来

① 参看 Williams (1), vol. 2, p. 33。

② 参看前面第459页。

1) 卫三畏在本书第一卷中译为韦尔斯·威廉斯。——译者

的星，包括不经常出现的一些小星在内，比西方占星家所记载的多四百颗。关于天象，他们没有得出任何规律：他们忙于计算交食和五星的运行，但其中颇有错误；他们所有观星的技巧在某种意义上都属于我们所谓“裁制占星术”(judiciall astrology)，即把地上的事物设想为决定于天上的星辰。他们多少接受了伊斯兰教国家的某些东西，但多寡无从肯定，留下来的只有用以计算交食和五星运行的一些图表而已。

明朝第一代皇帝为了预防颠覆，除有世袭权利的人以外，不准任何其他人学习这种裁制占星术。但是，现在的皇帝养着各种各样的术数家，其中有宫中的太监，也有外面的官吏。北京的钦天监有两个科，一个是汉人的“天文科”，按他们自己的传统行事；另一个是“回回科”，已按伊斯兰教国家的规矩改组。这两个科通过协商来办事。他们在小山丘上有一个观象台，从前提到的巨大天文仪器就陈列在那里。观象台夜夜有人值班，随时准备进行观测。南京的观象台比北京更好，因

为当时该地是帝都所在。当北京的占星家预报发生交食时，官吏们和偶象似的大臣们便奉命穿着公服聚齐，敲打铜钟，在他们认为会发生交食的时候一直跪在地上，以为这是在帮助那苦斗中的星辰，使它们免于被我所不了解的什么恶蛇吞掉（据说是如此）。①

另一段文字出于李明的书，因为它为已经进行了三千年左右的夜间观测提供了一条目击记，颇为有趣。这段记述是：

他们一直不断地进行观测。五位术数家每夜在台上守候，仔细观察着经过头上的一切；他们每人注意一个方向，一人注视天顶，其余四人分别注视东西南北四方。这样，世界上每一个角落所发生的事，都逃不过他们辛勤的观测。他们注意风、雨和大气，注意日、月的交食、五星的合衡、火流星和流星、以及一切可能有用的特殊现象。他们作成详细记录，每天清晨送交监察官员，在他的办公室中

① 这段文字出自 Trigault, *De Christiana Expeditione* (1615)，英译文见 *Purchas his Pilgrimes*, vol. 3, p. 384; Trigault (Gallagher ed.), p. 31。

登记下来。这些事情如果永远由熟练、细心的术数家去做，我们便会得到大量的奇事异闻①；不过，当天文学家们很不熟练并很少注意到这门学问的发展时，情况便不同了；只要他们的薪给经常照发，收入毫无变动，天上出现的变动对他们是毫不相干的。但是，如果天象非常明显，例如发生了日食、出现了彗星等，他们就不敢那样玩忽职守了。②

当耶稣会传教士在中国开始进行活动时，欧洲天文学有两项极其重要的特点：(1) 发明并使用了望远镜；(2)接受了哥白尼的日心说。前者，他们已带到中国去了；而后者，经过一番迟疑之后，他们决定闭口不谈。中国的历法改革常常被说成是一件大事（本书前面第199页和555页已作了评论），并已由裴化行［Bernard-Maître (7)］作过详尽的叙述；实际上，这件事和上述两项进步相比，其意义是小得多的。由于德理贤［d'Elia (1, 3)］的研究，我们现在对当时的真实情况了解

① 李明对于中西古代和中古代天象记录的相对价值，显然一无所知。

② 参看 *Memoirs and Observations*, p. 71。

得很清楚。史切斯尼亚克[Szczesniak (2)]说过，哥白尼在中国所引起的斗争甚至比在欧洲更加象一出悲剧，因为这场斗争一直继续到十八世纪末叶。戴闻达[Duyvendak (6)]认为，传教士们未能把日心说传入中国，并不是一件小事。

1610年，利玛窦在北京逝世，同一年，伽利略发表了他的《星际使者》(*Sidereus Nuntius*)。第二年冬天，克拉维乌斯(Christopher Clavius)和罗马学院的其他传教士重作了伽利略的望远镜观测①，并加以确认。但是，这使得耶稣会传教士们反对亚里士多德更甚于反对托勒密。利玛窦的老师兼朋友克拉维乌斯卒于1612年。1616年和1632年，伽利略因传播哥白尼的学说两次被判罪②，这对于派往中国的教会团体当然会产生很

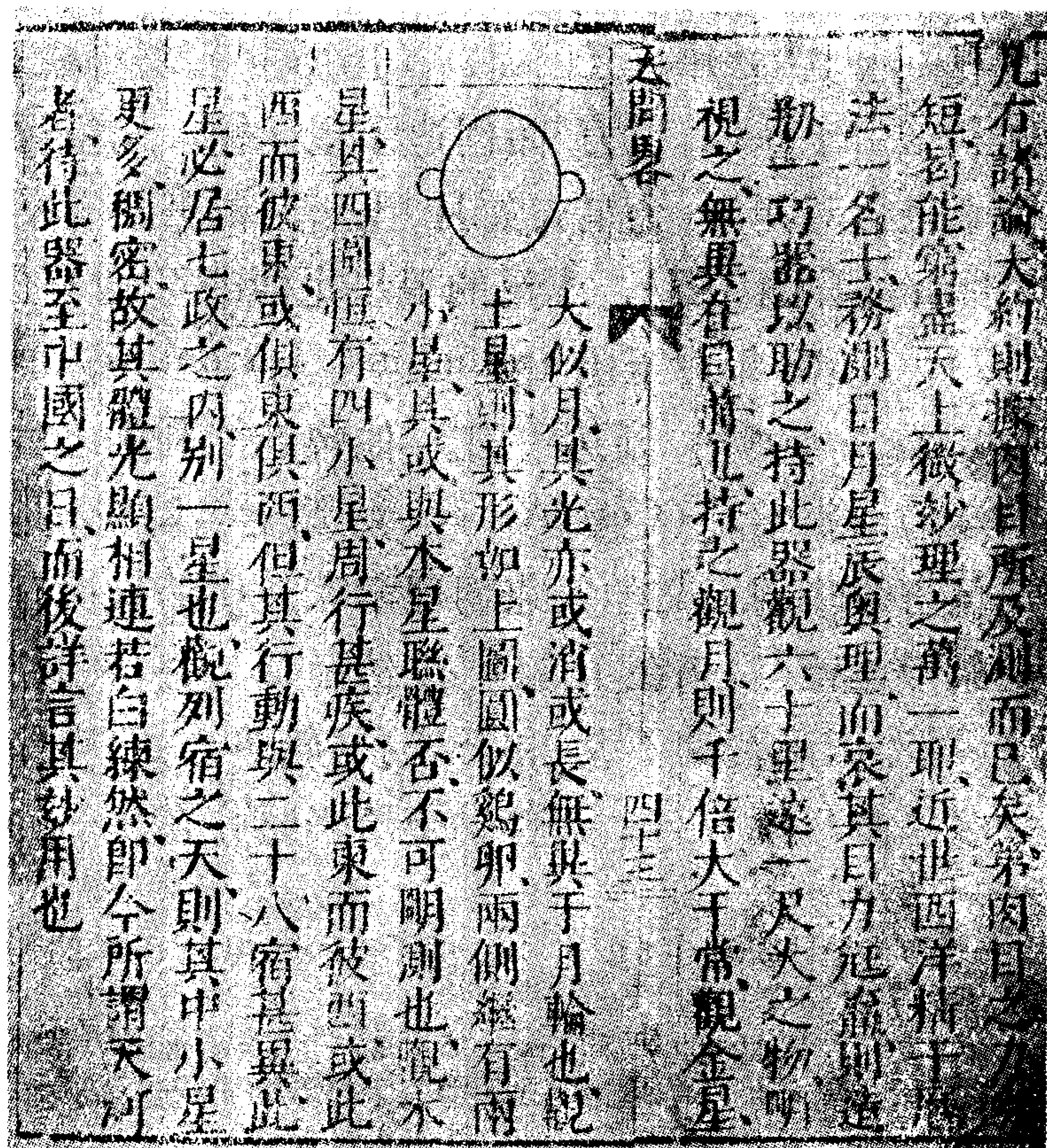
① 特别是观测月面山脉、太阳黑子、金星位相、土星形状、木星卫星、猎户座星云、巨蟹座积尸增三星团、以及以前所未见的许多星。1611年5月，当伽利略的发现得到确认，克拉维乌斯及其"数学家"们在罗马学院大厅上为他举行隆重的欢迎会时，那位后来成为中国第一个西洋人钦天监正的汤若望，是作为一位青年去参加的。

② 参看 Banfi (1); de Santillana (1); 关于这个讨论已久的问题，这是两种有价值的新著作。

大的影响。讲望远镜的汉文资料最早见于阳玛诺(Emanuel Diaz)的《天问略》①(1615年),书中说,伽利略由于“哀其目力”而创造了望远镜。用望远镜来进行观测时,金星大如月,土星两侧似各有一鸡卵(参看图185),木星的卫星也清晰可见(图187)。1618年邓玉函(Johannes Terrentius,即Johann Schreck)到达中国。他曾继伽利略之后当选为山猫学院(Cesi Academy)第七名院士,是一位有才华的天文学家兼物理学家。他随身携有一架望远镜(后来在1634年献给皇帝),并与伽利略(对邓玉函帮助不大)和开普勒(较热心)一直保持联系②。1627年,开普勒交给当时住在澳门的

① 参看 Cordier (8), p. 18。关于望远镜传入日本的情况,参阅三上义夫(17)。

② 宋君荣 [Gaubil (5), p. 285] 说:“邓玉函神父曾写信给著名天文学家开普勒,把《尧典》中关于星辰的记载告诉了他。他无疑已顺便把中国推算交食的方法告诉了他。开普勒也收到了关于《书经》、《诗经》以及《春秋》和历代史书中的日食的报告。但现在我们无法找到那些书信。开普勒无疑曾经给他回过信,但复信也已经找不到了。”实际上,这些来往信件已于1630年在西里西亚出版 [Pfister (1), p. 157],并重印于弗里希(Frisch)所编《开普勒文集》第7卷第667页以下。参阅 Bernard-Maître (7)。关于耶稣会科学家邓玉函等与伽利略、开普勒的关系,参阅 Gabrieli (1, 2); Bernard-Maître (12)。邓玉函与伽利略、开普勒都有私人交情。


凡右所論大約則據肉目所及測而已矣第肉目之力
短劣能窺盡天上微妙理之萬一耶近世西洋精于曆
法一名士務測日月星辰奧理而哀其目力尫羸則造
創一巧器以助之持此器觀六十里遠一尺大之物明
視之無異在目前也持之觀月則千倍大于常觀金星

天問畧　四十三

大似月其光亦或消或長無異于月輪也觀
土星則其形如上圖圓似鷄卵兩側繼有兩
小星其或與本星聯體否不可明測也觀木
星其四圍恒有四小星周行甚疾或此東而彼西或此
西而彼東或俱東俱西但其行動與二十八宿甚異此
星必居七政之內別一星也觀列宿之天則其中小星
更多稠密故其體光顯相連若白練然即今所謂天河
者待此器至中國之日而後詳言其妙用也

图 185　阳玛诺《天问略》(1615 年)的两面。这是第一次以汉文介绍使用伽利略望远镜所取得的新发现。

1610 年伽利略第一次看到土星的外形是“三合”的，但他始终未能作出解释；直到 1659 年惠更斯写成《土星体系》(*Systema Saturnium*) 一书时，仍然不了解土星光环及其卫星的真象

波兰教士卜弥格[1] (Michael Boym) 一套《鲁道尔芬表》(*Rudolphine Tables*, 属于哥白尼学派), 卜弥格又把它连同热情的赞词一起转送到北京[2]。在这以前的一年，汤若望[3] 曾发表一篇关于望远镜的汉文著作——《远镜说》(参阅图 186[4])。不

---

① 参看 Szczesniak (6)。

② 参看 Szczesniak (3)。

③ 参看费特 [Väth (1)] 的汤若望传。自 1629 年起, 邓玉函、罗雅谷虽曾先后负责修历, 但授钦天监正的却以汤若望为第一人。在此以前，从无传教士作监正的事。后来任监正的次序是: 汤若望 (Schall von Bell, 1645—1666 年), 南怀仁 (Verbiest, 1669—1688 年), 闵明我 (Grimaldi, 1688—1706 年, 又 1710—1712 年),安多 (A. Thomas, 代理, 1686—1694 年),庞嘉宾 (C. Kastner, 1707—1709 年),纪理安 (B. Kilian Stumpf, 1712—1720 年),戴进贤 (I. Kögler, 1720—1746 年),刘松龄(A. von Hallerstein, 1746—1774 年),傅作霖 (Felix da Rocha, 1774—1781 年), 高慎思 (J. d'Espinha, 1781—1783 年) 和索德超 (J. B. d'Almeida, 1783—1805 年)。费赖之 [Pfister (1), p. 886] 说, 索德超结束了这条线。但据于克 [Huc (1), 他本人是味增爵会修士 (Lazarist)] 的著作, 我们知道钦天监最后用的传教士是味增爵会修士毕学源 (Gaetan Pires-Peirera, 卒于 1838 年), 但他大概不是监正。

④ 参看 Cordier (8), p. 37。此书有一幅粗糙的蟹状星云图;但当时汤若望本人及其读者都不了解这个星云对后来的宇宙学说有什么重要意义，也不晓得它的前身是 1054 年仅在中国和日本两国观察到的超新星。

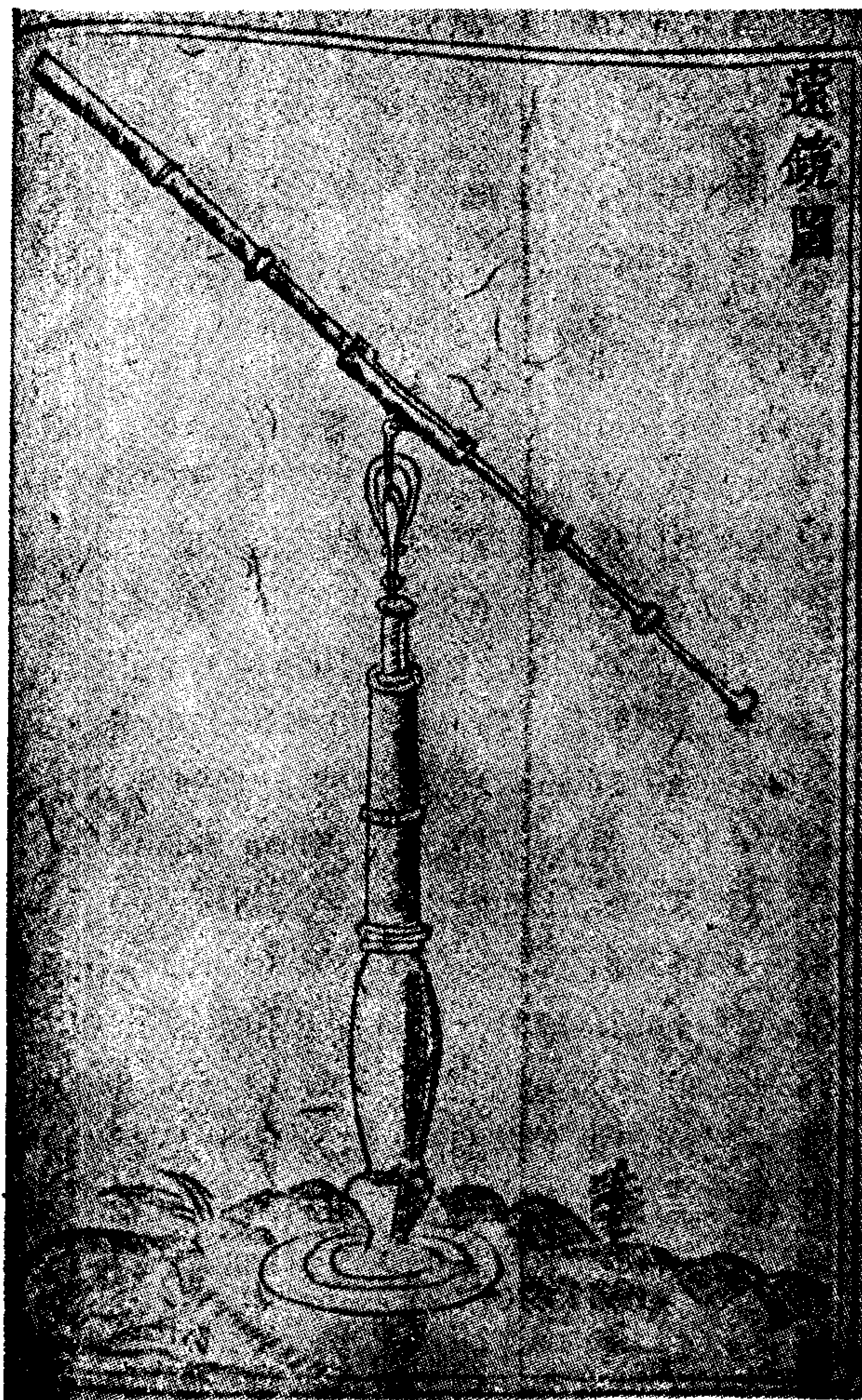


图 186　中国最早的望远镜图，采自汤若望《远镜说》（1626 年）

过在 1640 年以前，汤若望用汉文写的西方天文学史实际上已提到伽离略（伽利略）、弟谷（第谷）、歌白泥（哥白尼）和刻白尔（开普勒）等人的名字①。

现在已经知道，在早期，特别是在伽利略被判罪之前，教会中相信哥白尼学说的其实不止一人。卜弥格赞成它，另一个波兰传教士穆尼阁

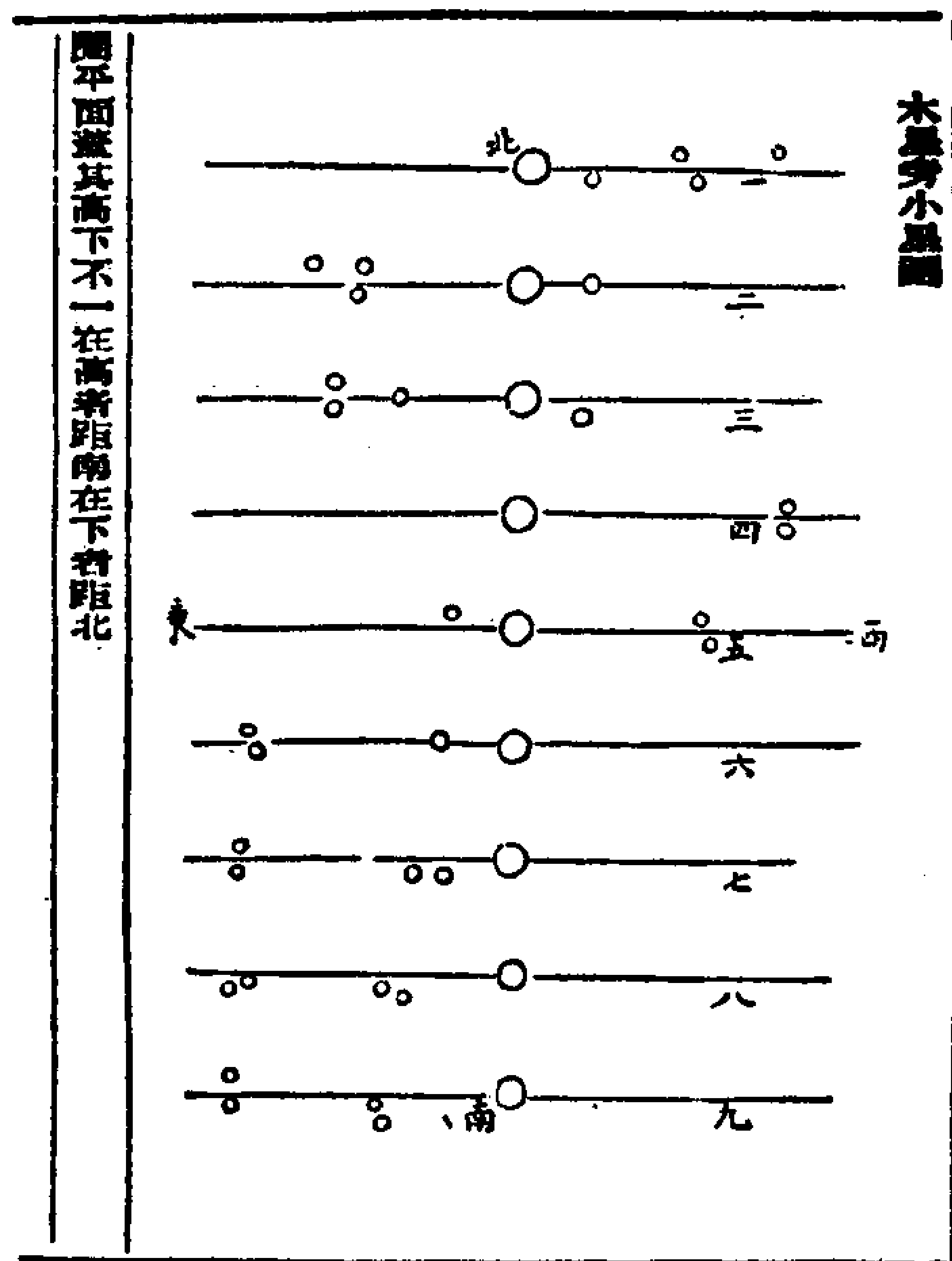


图 187　木星的卫星图（采自《图书集成》）

① 见《历法西传》；参阅 Pfister (1), p. 180。这些音译的人名早已在用，见《畴人传》卷四十三至卷四十六。

(Nicholas Smogulęcki) 在南京传播它，和邓玉函同行的祁维材 (Wenceslaus Kirwitzer) 肯定是一个哥白尼主义者，不过他在1626年就短命死去了。一般可以这样说，从1615年到1635年，中国出版的书已述及使用望远镜取得的新发现，但尚未提及哥白尼学说；不久以后，有人曾阐述过日心说，但伽利略被判罪的消息一传到中国，便又急忙拉下帷幕，换成托勒密的学说①。关于这一点，熊三拔早已在《简平仪说》②（1611年）中说得很清楚了。

人文学者有时会感到奇怪：耶稣会传教士为什么一方面为中国朝廷制订“文艺复兴式”历法如此成功，而同时却又坚持托勒密的观点，摒弃哥白尼的学说③？这个问题的答案是：第一，按纯历法的标准来说，他们并不需要在两者之间作什么选择。地心说和日心说在数学上意义是完全等同

① 《图书集成》中有第谷学说的太阳系图（图188采自《历法典》卷六十五第三页反面）；参阅 Berry (1) p. 137。我们未发现有哥白尼学说的图。

② 参看 Pfister (1), p. 105。

③ 我很感谢伯塞尔 (Victor Purcell) 博士以质问的形式提到这一点。

的，不论静止不动的是地球还是太阳，距离和角度总是一样，要求解的三角形也一样①。起决定作用的完全不是历算家的参照构架，需要的是卡西尼和弗拉姆斯蒂德时代较准确的观测数据。第二，中国人在耶稣会传教士入华若干世纪以前，已经自己制订了很好的历法，根本不曾用过什么太阳系的几何模型。所谓历法不过是用来尽可能细

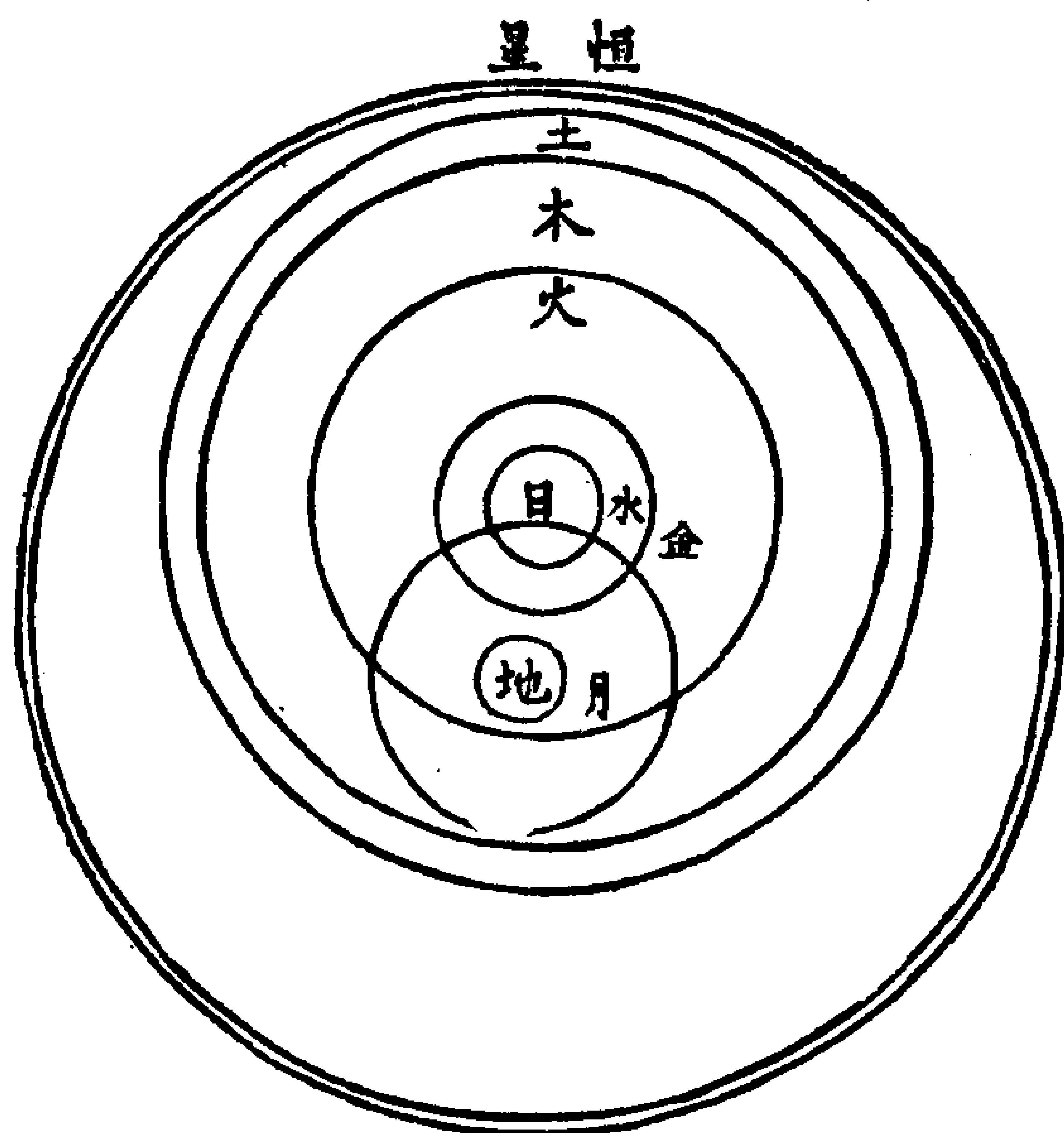


图 188 第谷学说的太阳系图（采自《图书集成》）

① 参看普赖斯［Price (2), p. 94］的讨论。

致地调和观测到的天地周期、预测其循环往复、并把常用的时间单位(月、日等)调整到最恰当的一种方法罢了[①]。耶稣会传教士们占优势的地方,是他们的仪器较为先进,数学较为优越(几何学确实是陈旧了,但代数学是很新的)。但是,他们花费了将近一百年的时间,才学会从中国观测记录的巨大财富中得到好处。

耶稣会传教士们直到宋君荣时代还未能利用中国记录的这一事实,造成了一种奇怪的后果:当邓玉函 1628 年在《测天约说》[②] 中娓娓动听地详述望远镜发明后发现太阳黑子时,竟只字未提中国人早在欧洲人发现太阳黑子之前一千二百年就已经知道它了。

① 关于耶稣会传教士在中国重修历法的事,有人写过不少荒谬的文章。克罗宁 [Cronin (1), pp. 142, 230, 231] 曾把欧洲于 1582 年开始采用的格里历 (一部分是利玛窦的老师克拉维乌斯的研究成果) 俨然说成是托勒密学说的必然结果。他说,格里历曾由阿拉伯人介绍到中国,但中国拒不采用,因而造成了历法的混乱。事实正好相反,格里历不过是一种比过去略为巧妙些的置闰体系,但是它和其他想调合无公约数数字的历法一样,也是任意安排出来的。参看 Fotheringham (1), p. 743; Philip (1), p. 20。

② 参看 Pfister (1), p. 157。

史切斯尼亚克 [Szczesniak (1)] 曾把日本的情况和中国作过比较。日本自1616年至1720年实行锁国政策，结果是他们比较重视荷兰商人的贡献，而不重视罗马天主教会的贡献。1725年日本第一座近代天文台在中根元圭指导下建成时，哥白尼学说在那里是备受赞扬的①。但在中国，哥白尼学说却一直到十九世纪初才在艾约瑟、伟烈亚力、傅兰雅 (John Fryer) 等新教徒的努力下被传播开来。这些人的活动可在史切斯尼亚克的著作 [Szczesniak (2)] 中看到。不过这本书为耶稣会传教士辩解说，他们之所以不宣传哥白尼学说，主要是由于中国人无论如何不肯放弃以地为中心的宇宙观。对于这样的说法，我们是无法同意的，因为这种说法只反映了部分的事实。总之，人们得出的结论是：耶稣会传教士的"贡献"并不完全

① 近代科学在日本的发展，不在本书的讨论范围之内。但可以指出，三上义夫有一系列使人感兴趣的著作 [Mikami (8, 9, 10, 11, 14)]。十七世纪有一位日本医生 (Petrus Hartsingius Japonansis, 大概就是鸠野宗巴) 在莱登学成归国。一位意大利传教士希亚拉 (Giuseppe Chiara) 舍弃了自己的教职，取了个日本姓名 (泽野忠庵)，以译荷兰科学著作 (特别是天文学方面) 度过一生。关于中根元圭，可参阅 Hayashi (2), p. 354 ff.。

是大好事。

(3) 是“西学”，还是“新学”？

话虽如此，耶稣会后来的工作的确还给人留下了很深的印象。1629年至1635年间，第二代入华传教士除邓玉函、汤若望以外，还有罗雅谷(James Rho)和略有关系的龙华民(Nicholas Longobardi)[①]，他们在徐光启、李之藻、李天经的协作下，写成了一部包括当时所有科学知识的不朽巨著。这部书后来因为要献给中国朝廷，取名为《崇祯历书》[②]。十年后，即1645年，满族人入关，汤若望较受宠信，他的那部科学全书以《西洋新法历书》为书名重新刊行了[③]。到何国宗、梅瑴成编

① 在本书第二卷第十六章第六节曾在提到莱布尼茨(Leibniz)时提到这个人。

② 因版本及来源不同，这部书有一百卷本，一百一十卷本和一百三十七卷本。参阅 Pfister (1), p. 156; Bernard-Maître (7), p. 452; 李俨(4)，第1卷第167页；李俨(21)，第3卷第37页。

③ 现在此书包括一种附录——《新法表异》，此外，1656年汤若望把他的《历法西传》作为另一附录收入书中，这在前面已经提到。

《御定历象考成》① 的时候(1723 年付印),它又成了这部新书的基础。后来,其中各卷大部分被收入《图书集成》②, 1738 年又作了增补,增加了包括卡西尼和弗拉姆斯帝德新测量结果在内的天文观测表。这项工作是戴进贤和徐懋德 (Andrew Pereira) 两人完成的③。

谈到这里,我们必须稍稍停一下。在前几节中,我们只是铺叙了一些事实,因此,读者大概未必注意到其中特别有意义的地方。但是,这些事实实际上牵涉到与两大文明接触问题有关的某些重要论点,因此,我们必须再加以细致的审视。就目前而论,最关紧要的是,全世界都应当认识到,十七

① 此书与《律吕正义》、《数理精蕴》共同组成了《御制律历渊源》的三个部分。《历象考成》的真正作者是什么人,还有可疑之处,但他肯定是华人,而不是耶稣会传教士;参阅 Hummel (2), pp. 93, 285, 922。详细叙述见 Bernard-Maître (7)。参阅本书第十九章第三节第 (3) 小节。

② 《历法典》卷五十一至卷七十八。

③ 我们对徐懋德最感兴趣,因为他是入华耶稣会传教士当中唯一的英国人。此人出于波尔图地方的杰克逊(Jackson)家族,大概和酿酒业以及定居该地的葡萄牙人有关系。看来他的性格很温和,作为传教士中的一个业余科学家,他特别得到雍正皇帝的赏识。参看 Pfister (1), p. 652。

世纪的欧洲并未发展出本质上为“欧洲的”或“西方的”科学，而是发展出了世界性的科学，即与古代或中世纪科学相对而言的“近代”科学。古代和中世纪的科学总是不可磨灭地带有种族的形式或印记。它的理论在形式上多少带有原始性，各具其固有文化的根源，因而无法找到共同的表现方式。但是，科学发现的基本技巧一旦为人们所发现，对自然界进行科学研究的完备方法一旦为人们所掌握，科学便有了像数学那样的绝对普遍性，便以它的近代形式在世界各地生长起来，成为各族人民所共有的福祉和财富。关于四元素和四体液、阴和阳或“哲人硫”的争论，过去永无休止，争论者不能达到意见一致。但是，当科学理论数学化以后，便产生了一种世界性的语言，一种万国通用的交换媒介，一种超乎商品之上的、商人的单一价值标准的化身。而这种语言所传达的，是一切地方、一切人都能接受的科学真理。如果没有这些科学真理，传染病便不能扑灭，飞机便不能飞上天空。过去在欧洲发生的某些事情，使得我们这个时代能够出现一个物质上统一的世界；但是，这不能阻止任何人走上伽利略或凡萨里乌斯(Vesalius)

的科学发现的道路，同时，近代科学技术赐与欧洲人的政治统治时期现在正在明显地走向尽头。

耶稣会传教士以他们和缓的方法，成为第一批实行这种政治统治的人，虽说他们的情况只意味着一种精神上的统治。他们力图通过把文艺复兴时期的科学精华带往中国的方法，来完成他们的宗教使命，这是一种极其开明的行动；不过，对于他们来说，科学只不过是达到目的的一种手段而已。他们的目的，自然是利用西方科学的威力来支持并抬高“西方”宗教的地位。这种新科学可能是正确的，但对于传教士们来说，重要的是它发源于基督教国家。这里有个暗含的逻辑，就是只有基督教徒才能够发展出这样的科学。因此，每一次正确的交食预报都被用来间接证明基督教神学是唯一的真理。这种推理的谬误在于，一种特殊的历史情况（近代科学在信奉某种特定宗教的文明国家中发展起来），并不能证明这种伴生关系是必然要发生的。宗教并不是区分欧亚两洲的唯一特征。但是，中国人眼光锐利，一开始便把这一切完全看穿了。耶稣会传教士可以把文艺复兴时期的自然科学坚持说是“西学”，但中国人却清楚地

认识到，那首先是一种“新学”。

由于这个缘故，1635年成书的《崇祯历书》在十年以后又以《西洋新法历书》的名称重新出现了。汤若望很早便想用这个“西”字。1640年11月他写信给傅汎济(Francis Furtado)说，他希望历科里能增设一个“西科”，不过这也有些吃亏，因为这样一来会把它放到和已设的回回科同等的地位上去。他写道：“‘西’字很不常用，皇帝在上谕中只用‘新’字；事实上只有那些想贬低我们的人才用‘西’字。”① 但在改换朝代之后，汤若望显然觉得已可随意使用“西”字，因为满族人毕竟也是外来者。因此，有好多年印出的历书都带有“依西洋新法”的字样。为了这件事，他在1661年受到杨光先的斥责，三年之后，他又因为用了一句“有伤国体”的套语，被礼部尚书正式判了罪②。不

① 参看 Bernard-Maître (7), p. 463。

② 杨光先是个学者，兼业余天文学家，又是顽强反对耶稣会的人。穆斯林天文学家吴明烜和他有关系。最初批准用“西”字的是谁，汤若望已不记得，但满族人执政初期似乎曾表示同意，当时罗雅谷继承邓玉函的职位，仍负责修历。关于教会科学活动的初期情况，见《明史》卷三二六第十七页反面开始的那一节[译文见 Bretschneider (7)]。关于汤若望被检举下狱的事，见 Bernard-Maître (7), p. 477。

过，不久他就在1666年去世了，他的继承者比利时人南怀仁[①]受到康熙皇帝（1662年继位）的召见，每天为皇帝讲解新的数学和天文学，至少连续讲了五个月[②]。于是那部科学全书又在1669年左右以另一新名《新法算书》刊行[③]。康熙皇帝坚持学习新学这件事，无意中把他和地球另一端的一批人联结起来；那批人为了搞清楚“新哲学或实验哲学”[1)]中的问题，当时正在皇家学会开会，因为这些问题不但对中国来说是新的，对于欧洲来说也同样是新的[④]。

---

① 参看 Bernard-Maître (11); de Burbure (1)。图189即采自后一书。

② 汤若望三十多岁时和南怀仁六十多岁时所绘的卷轴和挂图，如经纬仪图、行星运行图、天文仪器图等（中文精印），还有保存至今的，不过颇罕见。1956年我曾有机会鉴定一批，是伦敦罗宾逊公司（Messrs P. R. Robinson, Ltd.）所有。此类图卷在所有已出版的书目中均记载不全。

③ 参看 Bernard-Maître (7), p. 481。

④ 谢诺（Jean Chesneaux）先生首先看出传教士们的书接连改名的重要意义，由于他指出，我才考虑到这一点。我们在别处也曾一道指出这一点 [Chesneaux & Needham (1)]。

1) 欧洲古代及中世纪常把高深的学术称为“哲学”，这是指“新科学或实验科学”。——译者

到耶稣会入华传教的末期，传教士们已完全成为他们狭隘动机的俘虏了；而中国人则坚决强调新旧科学之间的连续性。例如，1710年耶稣会的傅圣泽(Jean-François Foucquet)等人要用德拉伊尔的新行星表①，但监察神父却不许这样做，因为他害怕这会“使人感到是在非难我们前辈费力建立起来的理论，予人以重新斥责吾教的可乘之机”②。意思是说，哪怕只接受一点点哥白尼的学说，也会使人对利玛窦的全部说教发生怀疑。事实上，这种让活生生的科学为死教条服务的作法，其后果就是阻滞了科学的发展——乌拉尼娅的脚被捆起来了。耶稣会传教士只有在某些情况下才能向前迈步；例如，1744年的浑仪是采用赤道座标的中国式仪器（因而是“近代”的），而不是用黄道座标的希腊式仪器，这也就是说，传教士们悄悄地放弃了旧的欧洲座标。与此同时，中国人则很想努力说明研究自然的历史是连续不断的。这

① 即 *Tabulae Astronomicae*, Paris, 1702 [参看 R. Wolf (3), vol. 2, p. 288]。

② 参看 Pfister (1), p. 551。

一点在下面一段话中说得很明显[①]：

万历年间(1573—1619年)，西洋人利瑪窦设计了浑天仪、天球仪和地球仪等；仁和人李之藻写了一篇关于浑天仪的发明、制造和使用的文章，文章虽长，但并没有列出构造图。这些新设计的仪器同古时用六合仪、三辰仪和四游仪等组件制成的仪器并无本质上的差别[②]。主要的改进是：以前的仪器的北极出地高度是死死铸定的，而新仪器的设计则可以按不同的出地高度进行调整，用起来十分方便。……

设计制造天文仪器并进行观测，一向是天文学家的首要任务。只有技术上的能手才能有巧妙的改进。西洋人设计了许多不同名目的仪器，在这里不能一一列举，但其中最精巧的要算是浑盖和简平两种仪器[③]。要详细知道这些仪器，必须参阅专门论著，不能在这里作详细介绍。

① 《明史》卷二十五第十七页正面和第十九页反面。

② 参阅前面第406页开始的那一节。

③ 这里使用的不是标准名称，可能指类似地平经纬仪的仪器。



图 189　穿着中国官员服装的南怀仁和他的纪限仪及天体仪。这个图是日本歌川国吉（1797—1861 年）一百零八张题为《通俗水浒传豪杰百八人之一个》的人物画之一。旁边的说明是："智多星吴用，东溪村人，绰号吴学究，道号加亮先生，阵法不让孔明、太公望，智谋胜似范蠡，乃梁山泊军师是也。"一百零八人中并无一人姓名与南怀仁相似，但此图当是影射 1675 年南怀仁为清朝政府造炮击败吴三桂一事。南怀仁竟和通俗小说中的一位英雄人物合而为一，这是值得注意的（米歇尔摄影，德比尔比勒翻印）

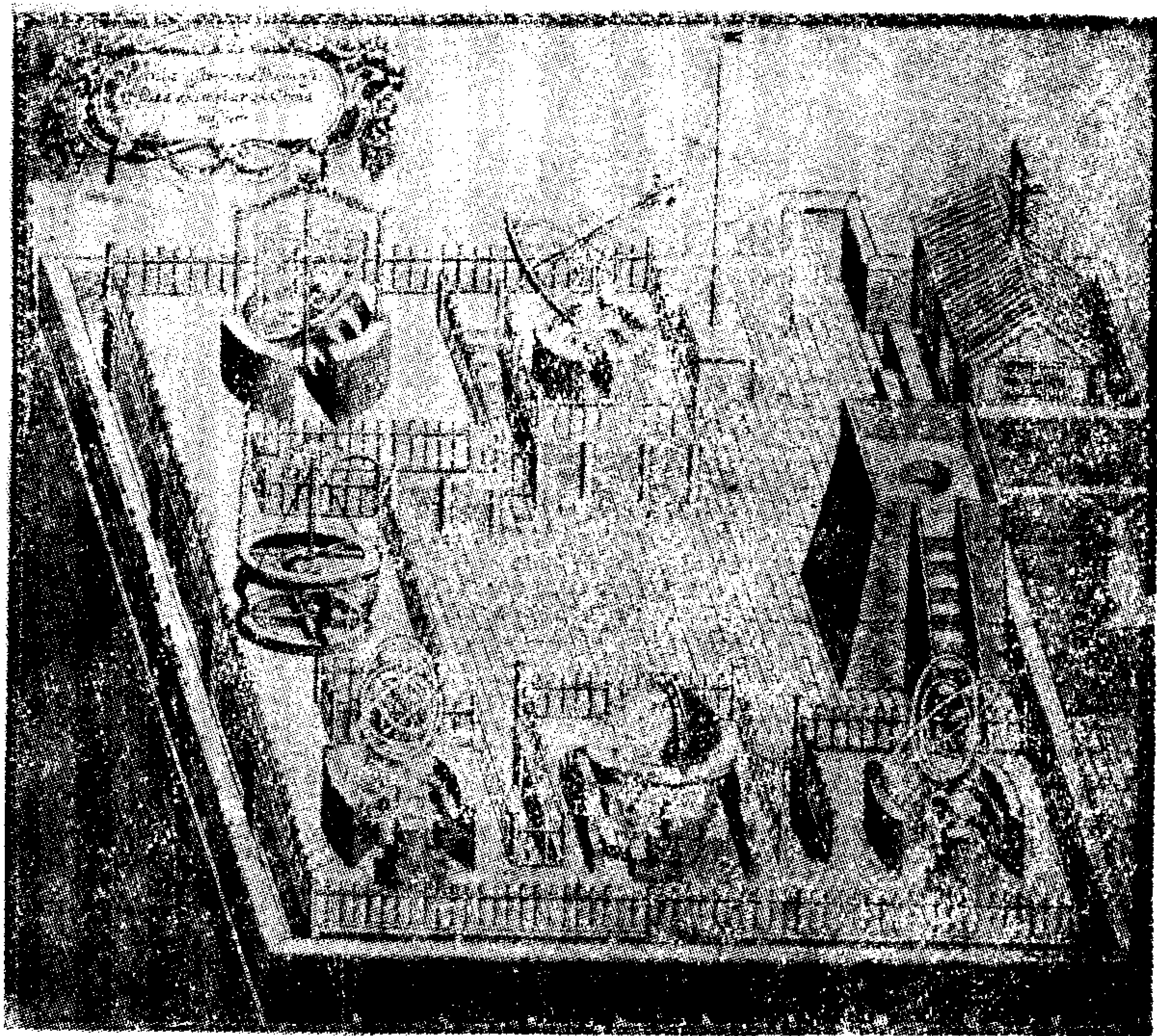


图 190 南怀仁在 1674 年重新配备的北京观象台；这是阿夫内 (Melchior Haffner) 为南怀仁的《欧洲天文学》(*Astronomia Europaea*, 1687年)所作雕版图，此图在《图书集成》等中西书籍中到处可见。取景从南向北观看。所列仪器(自右侧平台逆时针方向)为：纪限仪、象限仪、地平经仪、黄道经纬仪、天体仪、赤道经纬仪。北京的东城墙(图中不见)向图的右方伸延下去

〈万历中，西洋人利玛窦制浑仪、天球、地球等器。仁和李之藻撰《浑天仪说》，发明、制造、施用之法，文多不载。其制不外于六合、三辰、四游之法。

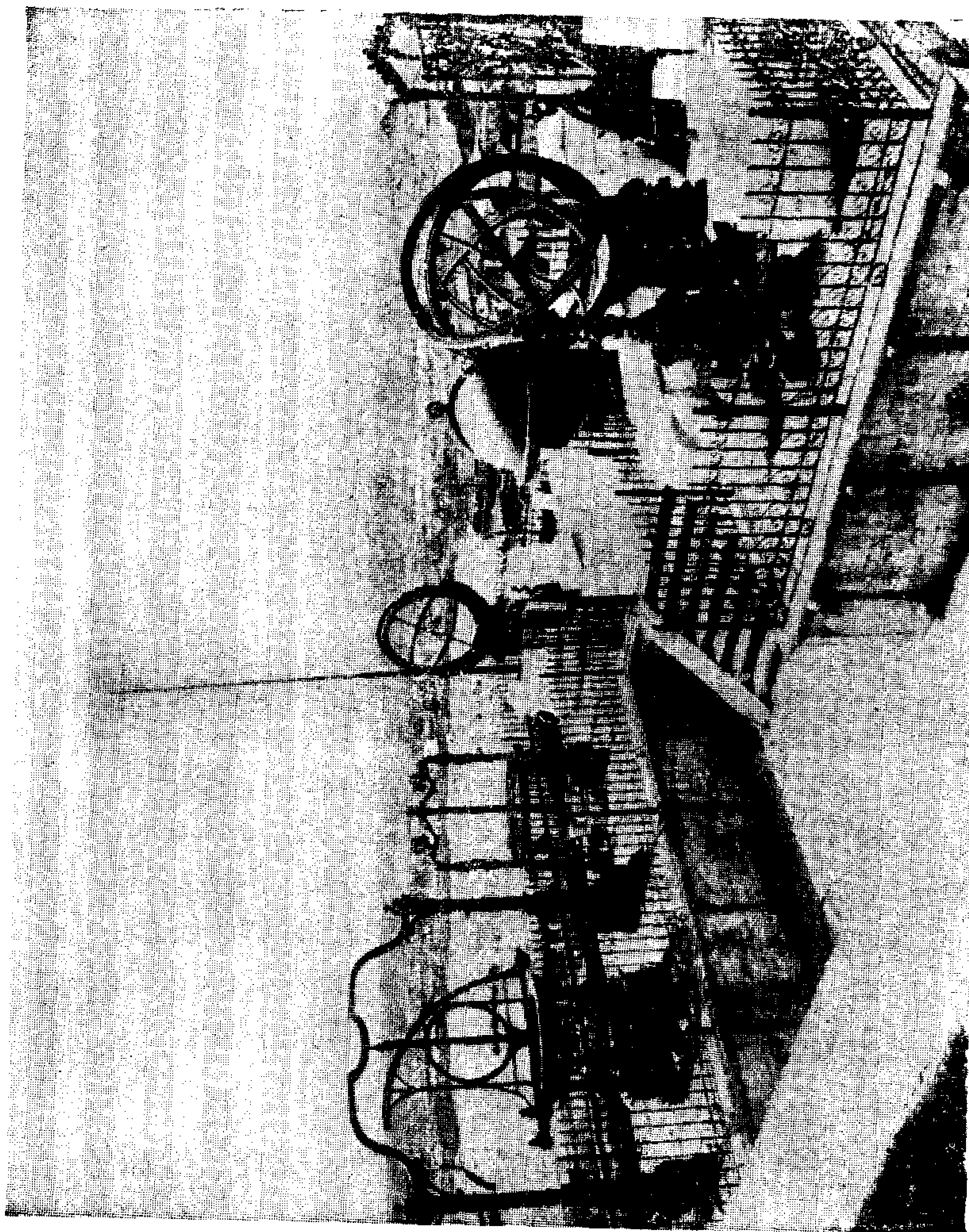


图191　北京观象台，1925年左右自平台东北角摄影。右侧是戴进贤、刘松龄的经纬仪和南怀仁的象限仪。中间是南怀仁的天体仪。南侧自右向左是南怀仁的黄道经纬仪和地平经仪，然后是纪理安的地平经纬仪（1714年）。背景为北京的屋顶、树木等（照片是惠普尔博物馆收藏品）



图 192　北京观象台的纪限仪（1673 年）
（照片是惠普尔博物馆的收藏品）

但古法北极出地鏮为定度，此则子午提规，可以随地度高下，于用为便耳。

夫制器尚象，乃天文家之首务。然精其术者，可以因心而作；故西洋人测天之器，其名未易悉数，内浑盖、简平二仪其最精者也。其说具见全书，兹不载。〉

这里我们可以顺便提一提空气唧筒和它的名称。1773年，当蒋友仁(Michel Benoist)用它表演给皇帝看的时候，称它为“验气筒”；但第二天皇帝便决定改称为“候气筒”，因为“经典中占验天文及农事多用此字，较为雅驯”①。他自然是想到风标和地震仪的古名②，以及浑仪的别名③了。

(4) 中国天文学与近代科学的合流

1669年，北京观象台(图190，191)在南怀仁照管下开始重新配备④。元、明时代的旧仪器从

---

① 参看 Pfister (1), p. 823。这里引自 *Lettres Ed. & Curieuses*, vol. 4, p. 224。

② 参看后面第721，740页和第二十四章第二节。

③ 参看前面第506页。

④ 谈到观象台上的仪器及其陈列的文献虽然很多，但很分散。西文书中以李明的书(只有法文版)中的几幅图，绘制最精。如果想知道此台的详细情况，可从南怀仁本人的全图着手[图190，又见《图书集成·历法典》卷九十三第二页反面和第三页正面，此书曾被多次翻印，杜赫德(du Halde)所用的就是这个图]，根据十九世纪中叶以来若干著作家的叙述及插图进行研究。例如 J. Thomson (1); Mouchez (1); Bosmans (2); Damry (1); Planchet (1); Kao Lu (1); F. B. Robinson (1)。

在陈遵妫(6)的新著中有仪器的标准说明。

巴黎伊尔先生曾对此台的历史作了充分的研究，承他提供了不少有趣的说明。

北京东城墙上搬走了①，在原来的地方安放一套新的仪器，这些仪器迄今还保存在那里②。由耶稣会传教士监制以及后来由别人监制的仪器如下③：

(1) 黄道经纬仪，即简化黄道浑仪，支架为四个龙头。1673 年南怀仁监制。

(2) 赤道经纬仪，即简化赤道浑仪，装在拱形龙背上。1673 年南怀仁监制。

(3) 天体仪，即大型天球仪，用四个支柱装在水平框架内。1673 年南怀仁监制。

(4) 地平经仪，即测地平经度的水平圈，圈用四个龙柱支持，指示器悬在上面的架上。1673 年南怀

① 这些仪器长期置于观象台下钦天监的房屋内外，但近年至少有两件保存在紫金山天文台（参阅前面第 459 页）。

作者有幸能两次访问北京旧观象台（1946 年和 1952 年）。第二次访问时台址已划入军事地区，我愿借此机会向当时驻军负责人周立功（译音）对我们的热情欢迎表示感谢。那时仪器仍完好无损。

② 义和团之役，耶稣会传教士监制的仪器四具连同郭守敬的浑天仪，被德国人当作战利品劫往德国波茨坦无忧宫，但第一次世界大战后已于 1920 年送还原处。照片采自 R. Müller (1)。

③ 大部分较闻名的记载多有混乱错误之处，例如 Couling (1), p. 402; Fabre (1), pp. 76 ff., Arlington & Lewisohn (1), pp. 155 ff.。

仁监制。

(5) 地平纬仪,即象限仪,支持在附有上下支架的立柱上。1763 年南怀仁监制。

(6) 纪限仪,即六分仪,装在独立柱脚上(图 192)。1673 年南怀仁监制。

(7) 地平经仪,即象限地平经仪①,1713—1715 年纪理安监制。

(8) 玑衡抚辰仪②,即精密赤道浑仪。1744 年戴进贤监制,协助者有刘松龄、鲍友管(Gogeisl),可能还有宋君荣及孙璋(de la Charme)。

(9) 浑象,即小型天球仪③。

---

① 此仪与其他仪器不同,设计颇为粗陋,有黄铜镶嵌的表尺及阿拉伯数字,无监制人款识及龙形装饰[参阅陈遵妫(6),第 45 页]。

过去一般以为,它是当时法王路易十四赠与康熙皇帝的礼物,但中国文献中无此记载,据我们的了解及热尔先生的说法,丝毫找不到在巴黎制作、装运的证据。此外,纪理安自 1712 年至 1720 年作钦天监正,据他的中国同事说,当时为制作新仪器曾熔化若干旧器[Pfister (1), p. 645]。果然如此,这个地平经仪当是纪理安所监制,所用青铜当来自元、明旧器——元、明的仪器比他的仪器要多。

② 此仪器的制作情况,见前面第 422 页和表 31。

③ 关于此仪器很有些神秘之处。框架和脚柱的式样虽然属于十八世纪,但与南怀仁的天体仪有所不同。被劫诸仪器的照片及观象台的旧照片上均有此仪,但从 1920 年以后它却不复可见。《元史·天文志》所载的郭守敬天体仪,利玛窦和李明大概曾亲眼看见过[参阅 Needham, Wang & Price (1)]。是否此仪器即郭守敬的仪器加上了十八世纪的框架呢?

这些仪器的前六种的图已在南怀仁的《仪象志》(1673年)中作为插图(仪象图)发表①，后又收入戴进贤、刘松龄编的《御定仪象考成》(1744年)。此书大部分(附图很多)已收入《图书集成》②，但最精美的图则见于董诰的《皇朝礼器图式》(1759

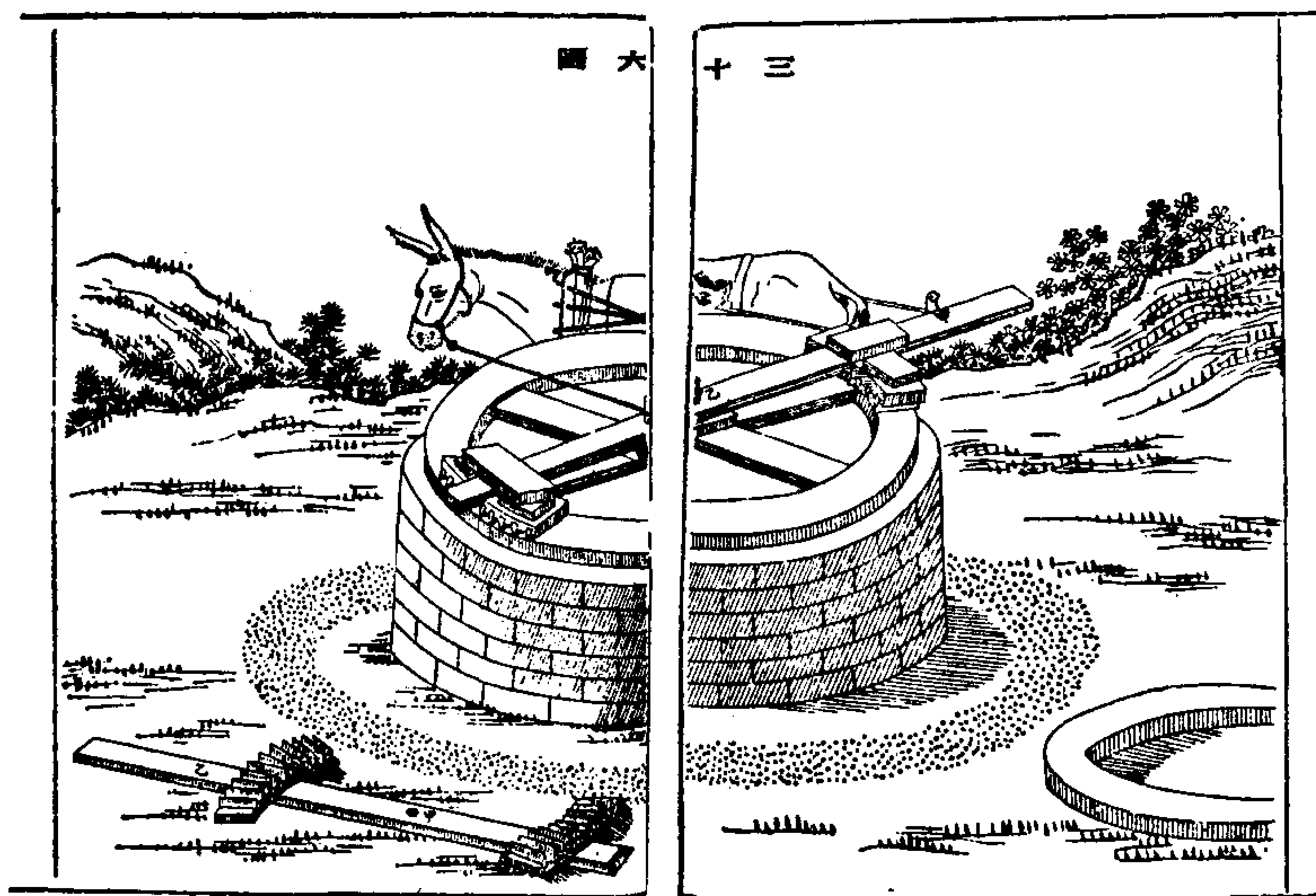


图193　1673年耶稣会传教士曾为北京观象台制备若干天文仪器；本图为《图书集成》插图之一，表示当时研磨浑仪青铜圈的情况

---

① 参看 Pfister (1), p. 354。

② 见《历法典》卷八十五开始的各卷。仪器图多在卷九十三至卷九十五，说明在卷八十九至卷九十二。

年和1766年)卷三。我们已从这部书里翻印了南怀仁的天体仪等图（图136,176,178)。现在再加上两张,以便说明其他仪器的制作情况(图193和194)。在西文书中与此相当的是《康熙朝之欧罗

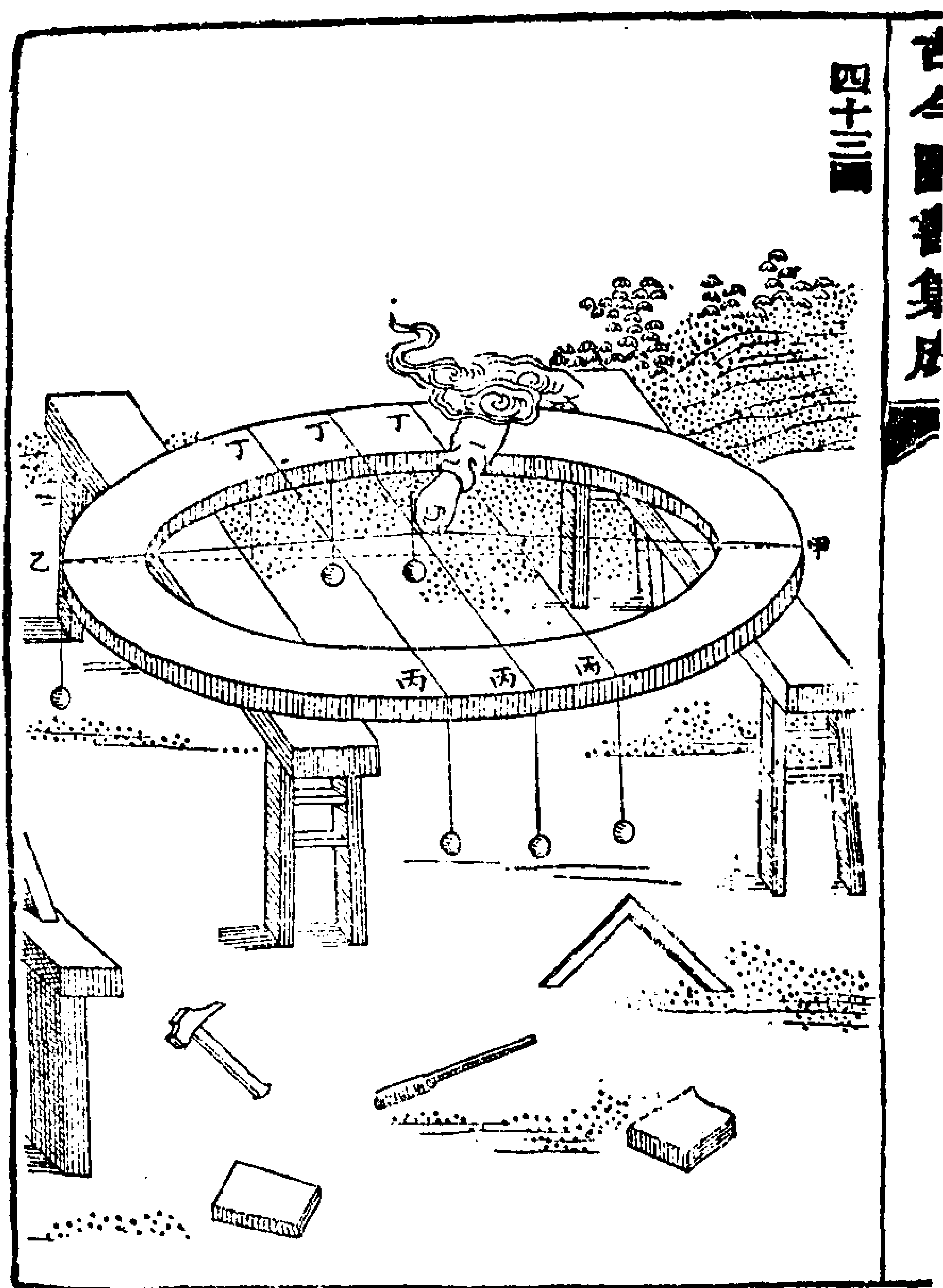


图194 检查浑仪青铜圈的精确度
(采自《图书集成》)

巴天文学》(*Astronomia Europaea sub Imperatore Tartaro-Synico Cam Hy appellato, ex Umbra in Lucem Revocata*, 1687 年)，书中有观象台的全图①。同一时期，耶稣会传教士卫方济 1710 年在布拉格曾出版一本书，为欧洲读者提供了不少关于干支、二十八宿等的知识，还附有不太精确的中西对照星表和关于中国度量衡的讨论②。在十八世纪，还进行了不少次交食观测，其中大部分是徐大盛(Jacques-Philippe Simonelli)进行的，观察结果于 1744 年至 1747 年间以他本人和戴进贤、德拉布里加(Melchior della Briga)三人的名义加以发表。此外，还有人用新仪器进行了大量方位测定。在 1757 年出版的《仪象考成》中附有 3083 颗星的星表，这本书的前面还有皇帝亲自撰的序文。负责的天文学家是戴进贤、傅作霖，另外还有刘松龄和鲍友管。这些观测记录已全部由土桥和谢瓦利埃

① 1668 年，南怀仁已在北京出版一部题目相似的书(*Liber Organicus Astronomiae*)。书中有天文仪器图 125 张。参看 Cordier (8), p. 46; Pfister (1), p. 358。

② 参看 Slouka (1)。卫方济也是有成就的语言学家、汉学家兼哲学家，他的一些著作 [Noel (2, 3, 4)] 与风习礼仪的争论有关，他是坚决站在赞成中国风习一边的。

(Tsuchihashi & Chevalier) 用现代表述方法译成法文加以出版。这期间发生的另一件较重要的事，是1746年戴进贤的《黄道总星图》[1]的出版，当时戴进贤本人已去世若干年。

耶稣会传教士传播新学的工作似乎对一些和他们没有直接关系的中国学者也有影响。例如，对于王锡阐的著作，就值得作一番专门的研究[2]。他在《五星行度解》(1640年出版)中提出一种本质上属于第谷学说的说法，即太阳绕地球旋转，其他行星则绕太阳旋转(1583年)[3]。图195是他的一张图。没有任何证据可以证明这种观点不是他自己想出来的，当然也可能是他曾听说西方有人这样想过，于是便由这种明显的暗示构思出来。三年后，他又发表一部更大的著作——《晓菴新法》，这是熔中西学说于一炉的一种尝试。据我看，这位天文学家是个有才华的人；他至少了解中国天文学，知道二十八宿是赤道的分段，比耶稣会

① 参看 Pfister (1), p. 647。

② 在普通天文学方面，熊明遇及其子熊人霖的奇书《函宇通》(1648年)，也值得研究。参看 Hummel (6)。

③ 参看 Berry (1), p. 137。亦可参阅图188。

传教士们知道得多。

当时还有一位薛凤祚，他同耶稣会传教士们关系较为密切，因为他曾在南京协助过穆尼阁①。

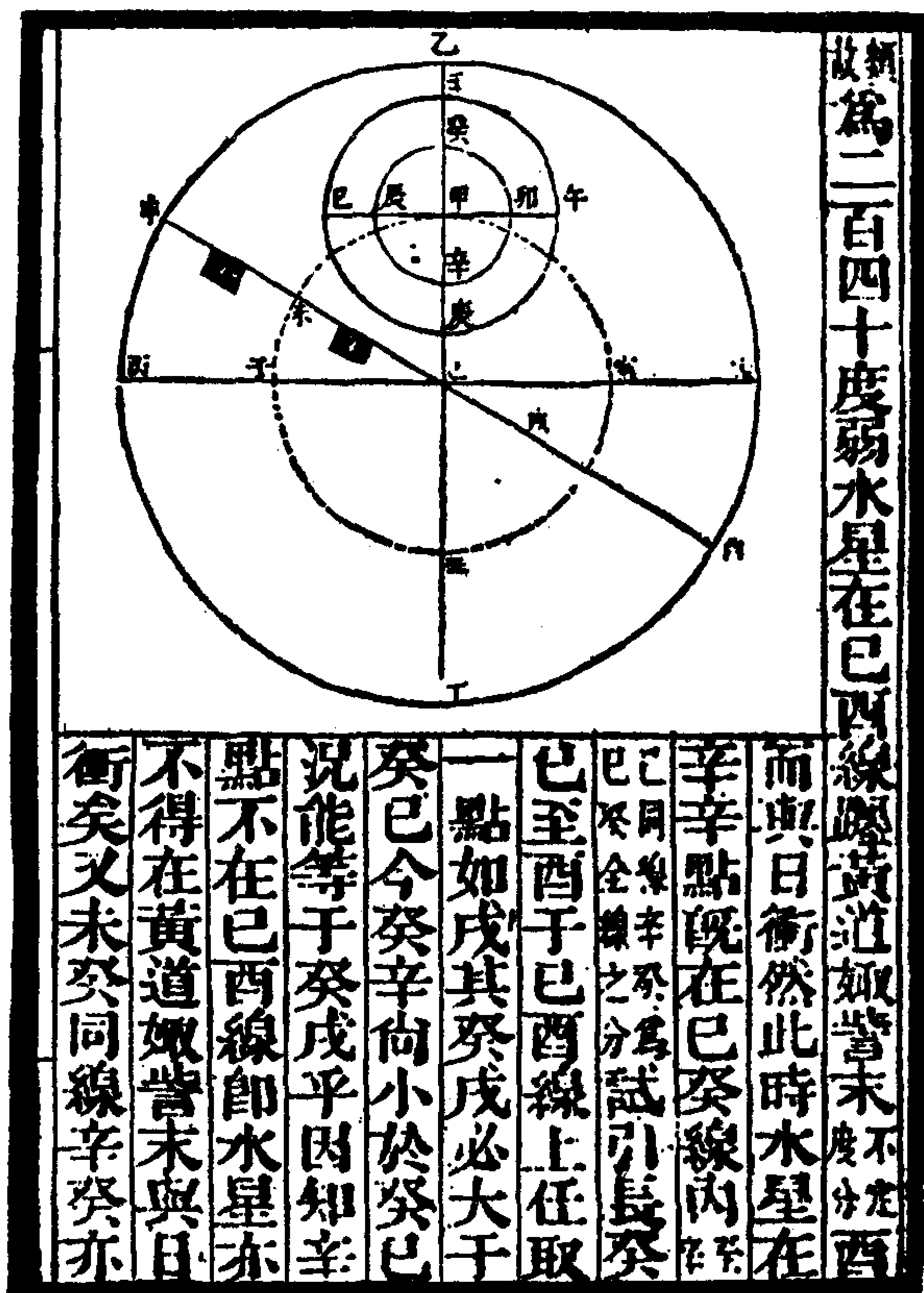


图 195　王锡阐《五星行度解》(1640 年)解释第谷太阳系学说的几何图形

---

① 参看本书第十九章第三节第 (3) 小节。

他很可能是哥白尼学说的信奉者。他的《天学会通》(1650 年)也是一部融合中西天文学的书，他论交食的著作《天步真原》是第一部使用对数的中文书。其他学者如徐发，则继承了对年代学较感兴趣的传统，1682 年，他曾在《天元历理全书》中为非正统的《竹书纪年》[1] 作辩护。邵昂霄的《万青楼图编》也是这个时期的著作。

在十八世纪当中，中国的天文学家和数学家愈来愈摆脱明末清初因耶稣会传教士出现而造成的迷雾。梅文鼎的《历算全书》(1723 年)前面已提到过，其中包括不少天文学方面的材料[2]。他的著作启发了较年轻的江永[3]，江永的《数学》和《推步法解》都是在十八世纪中叶问世的。这时正是盛百二在《尚书释天》中反对托勒密学说，为第谷学说辩护的时候[4]。

---

① 参看 Pinot (2), p. 63; Puini (1)。这是一本对施古德有帮助的书。

② 参阅第十九章第三节第 (3) 小节。

③ 这个人后来是戴震的老师，见本书第二卷第十七章第四节。

④ 遗憾的是，恒慕义的清代名人传记 [Hummel (2)] 在科技人物方面显然材料较少，需借专题文章 [如常福元 (2) 关于许伯政、谭沄的研究]作为补充，然而即使如此，仍嫌不足。

在十八世纪末的几种重要著作中，我们要提到徐朝俊论天文图的《高厚蒙求》(1800年)[1]。半世纪之后。冯桂芬在《咸丰元年中星表》中列出100颗星的赤经和赤纬；到这时候，中国天文学可以说终于和世界性的天文学合流了。

耶稣会传教士们自以为欧洲当时的科学具有优越性，实际上他们是过分夸大了，并且有许多错误之处，因此就不能指望不引起强烈的反作用。这种反作用虽然像我们在当时许多记载中看到的那样，主要表现在政治或社会方面；但是，有些老派中国天文学家也曾经很积极地反对他们。因此，1631年魏文魁和他的儿子魏象乾便刊行了两部论历法的书，即《历元》和《历测》；这两部书很重要[2]，汤若望不得不写一篇《学历小辩》去进行辩驳。另一方面，中国人一般是很讲道理的，下面是钦天监十位官员共同署名发表的声明：

> 己巳年（公元1629年）开始采用西法的时候，我们对欧洲的天文学同样也有所怀疑，

① 此书包括利玛窦本人与李我存合写的《经天该》。

② 利用现代科学知识来重新研究这些争论，应该是很有意思的。

> 但读了许多明白的说明以后，怀疑已消去了一半;后来,我们又参与了星辰、日、月的位置的实际测定工作,看到他们测算得很精确,怀疑才全部消除。最近，我们奉皇帝的命令研究这门学问，每天都和欧洲人进行讨论。要寻求真理,就不应该只限于书本上的知识,还应该通过仪器来进行验证；单靠耳闻是不够的，还应该亲自进行操作。这样才能发现新的天文学是很精确的。①1)

一件没有料到的事情是：耶稣会传教士的参与，不久就使得中国人重新发现了他们自己的固有文明在明代衰微之前所取得的成就。在数学方面，这种情况在前面(第十九章第三节)已有简单介绍，梅文鼎及其孙梅瑴成在这方面表现得最为突出。在天文学方面，有方才提到的盛百二的书；有1819年道士李明彻的《圜天图说》，这本书用的虽然是第谷学说，但也讲到中国古代的成就。日本也曾有过一次类似的运动，但此运动与佛教有

① 西译文见 Bernard-Maître (7), p. 445, 由作者译成英文。

1) 这段引文是作者从法文译成英文的,没有注出中文原文出处。我们一时未能找到原文,只好暂缺。——译者

关[1]，三上义夫［Mikami (2)］所介绍的僧圆通的《佛国历象编》(1810年)就反映出这种情况。在本书开头的部分[2]，曾提到晚清学者为证明一切重要发明发现都出于中国而作的书，例如王仁俊的《格致古微》，这种说法有时流传很广。例如，王鸣盛（1722—1798年）在《蛾术篇》[3]中说，西方的天文和历法大都以五世纪祖冲之的著作为蓝本，冲之的著作辽时尚存，1125年辽被攻破以后，由大石（西辽）的林牙（翰林）携往天方（阿拉伯），因而辗转传入欧洲。

总之，耶稣会传教士们的贡献虽说内容错综复杂，但却具有一种较高级的投机的性质。即使说他们把欧洲的科学和数学带到中国只是为了达到传教的目的，但由于当时东西两大文明仍互相隔绝，这种交流作为两大文明之间文化联系的最高范例，仍然是永垂不朽的。那些耶稣会传教士

---

① 僧圆通颇熟悉中国天文学史，自落下闳起，经僧一行、瞿昙悉达直到郭守敬，他都知道。不过，近代的科学发现曾暂时把所有较早的贡献都掩盖起来了。

② 参看本书第一卷第103页。

③ 《蛾术篇》卷七十二。《格致古微》卷二第十页反面也引用了。

连同他们的一切荣誉在内，实在是一种奇怪的混合物，因为他们对宗教的虔诚同他们带去的科学一般多①。虽然有些迷信由于他们的到来而破除了②，但哲学家们可以认为，他们随身带去的迷信也并不少。至于他们对中国科学所下的断语，我们现在知道，已由于以下两种原因而不能成立了。第一，明代是衰落的时代，当时能代表固有传统的典型人物不多，而这样的人物是很少被传教士们遇到的。此外，语言的困难和古书的缺乏，我们也不能忘掉。第二，传教士们因为要显示当时西方科学的优越，以便使中国人相信西方宗教的优越，他们在遇到中国科技成就时是很难象史学家那样去考虑的。不过话又得说回来，许多传教士毕竟对中国文化抱有热情，而且他们有文艺复兴作为背景，所以，他们成功地完成了他们的印度先驱者在唐代所未能完成的任务，具体地说，就是同包括中国成就在内的世界范围的自然科学打通了关系。

① 参看 Trigault (Gallagher ed.), p. 552。

② 例如相信吉日、凶日等，参看 Trigault (Gallagher ed.), p. 548。

十一、结　语

本章已经写得很长了,结语最好是简短一些。现在已有大量事实证明,中国对于天文学发展所作出的贡献是很值得注意的(见表37)①。我们不必再提曾引起我们注意的全部论点,只须举出以下几点便够了:(1)中国人完成了一种有天极的赤道座标系,它虽然和希腊的一样合乎逻辑,但却显然有所不同;(2)中国人提出了一种早期的无限宇宙概念,认为恒星是浮在空虚无物的空间中的实体;(3)中国人发展了数值化天文学和星表,比其他任何具有可与媲美的著作的古代文明早两个世纪;(4)中国人把赤道座标(本质上即近代赤

① 可参看1685年李明的论断:"我们必须承认,世界上再没有其他人民像中国人那样经常热衷于天文学了。这门科学给他们留下了大量的观测记录;虽然人们要得到它们的全部好处,必须知道一些细节,而笼统叙述的史书并未提供这样的细节,但后人还并不是不能利用它们的。现在我们有四百多项观测记录,包括交食、彗星、五星会合等等。这些记录使中国人的年代学精确起来,从而也可以使我们的年代学臻于完善。"[Lecomte (1), p. 222]

道座标）用于星表，并坚持使用两千年之久；(5) 中国人制成的天文仪器一件比一件复杂，以十三世纪发明的一种赤道装置（类似“改造的”黄赤道转换仪或“拆开的”浑仪）为最高峰；(6) 中国人发明了望远镜的前身——带窥管的转仪钟，和一系列巧妙的天文仪器辅助机件①；(7)中国人连续正确地记录交食、新星、彗星、太阳黑子等天文现象，持续时间较任何其他文明古国都来得长。

这张清单的明显的短处，正是西方天文学所擅长的地方，具体地说，就是这里缺少希腊人的天体运动几何表现法、阿拉伯人用在体视投影上的几何学、以及文艺复兴时期的物理天文学。我们时常听说：“希腊人天性长于探索——不仅想知其然，而且想知其所以然。”但是，这种比较实在是错误的。探索事实的原因，并不一定非用几何学或力学概念不可。中国人对于这种解释方式不曾感到需要；他们认为在整个宇宙有机体中，作为

① 公元二世纪以后，为了使天球仪和演示用浑仪转动起来，中国人显然曾使用水力，后来到八世纪初，他们又发明了第一具钟錶擒纵器［参阅 Needham, Wang & Price (1)］。这些成就详见第二十七章。

组成部分的有机体各按其性质循着自己的"道"去运动，而这种运动可用本质上"非表现性"的代数学方式去解释①。因此，中国人没有欧洲天文学家把圆圈子当作最完善的图形那种顽固想法；而在欧洲，一直到开普勒，才从这种顽固思想中解脱出来。中国人也不曾体验过中世纪水晶球的桎梏，而这种水晶球便是希腊几何学精神出人意外坚固的物质化。如果说中国的天文学同中国所有科学一样基本上是属于经验性和观测性的，那末，他们虽然在理论上没有取得西方那样的成功，可是也没有像西方那样造成理论上的极端化和混乱。显然，中国天文学在整个科学史上所占的位置，应该比科学史家通常所给与它的重要得多②。

① 巴比伦人也采用过这种方式。

② 前面曾经提到三一学院一位院长的武断说法，此人对中国书一字不识，却一笔抹杀了中国人在天文学上的一切贡献。我们从和他同时的一位巴黎学者塞迪约的书中，也找到一段与他的话相映成趣的文字："这是一个从来不晓得把自己提高到最低水平科学推理的民族；我们对于他们那些荒谬的东西所做的工作已经够多了。他们是迷信或占星术实践的奴隶，一直没有从其中解放出来；即使散布在他们史书中的古代观测记录是可靠的，也从来没有一个人去注意。中国人并不用对自然现象兴致勃勃的好奇心去考察那星辰密布的天穹，以便彻底了解它的规律和原因，而是把他们那令人敬佩的特殊毅力全部用在对天文学毫无价值

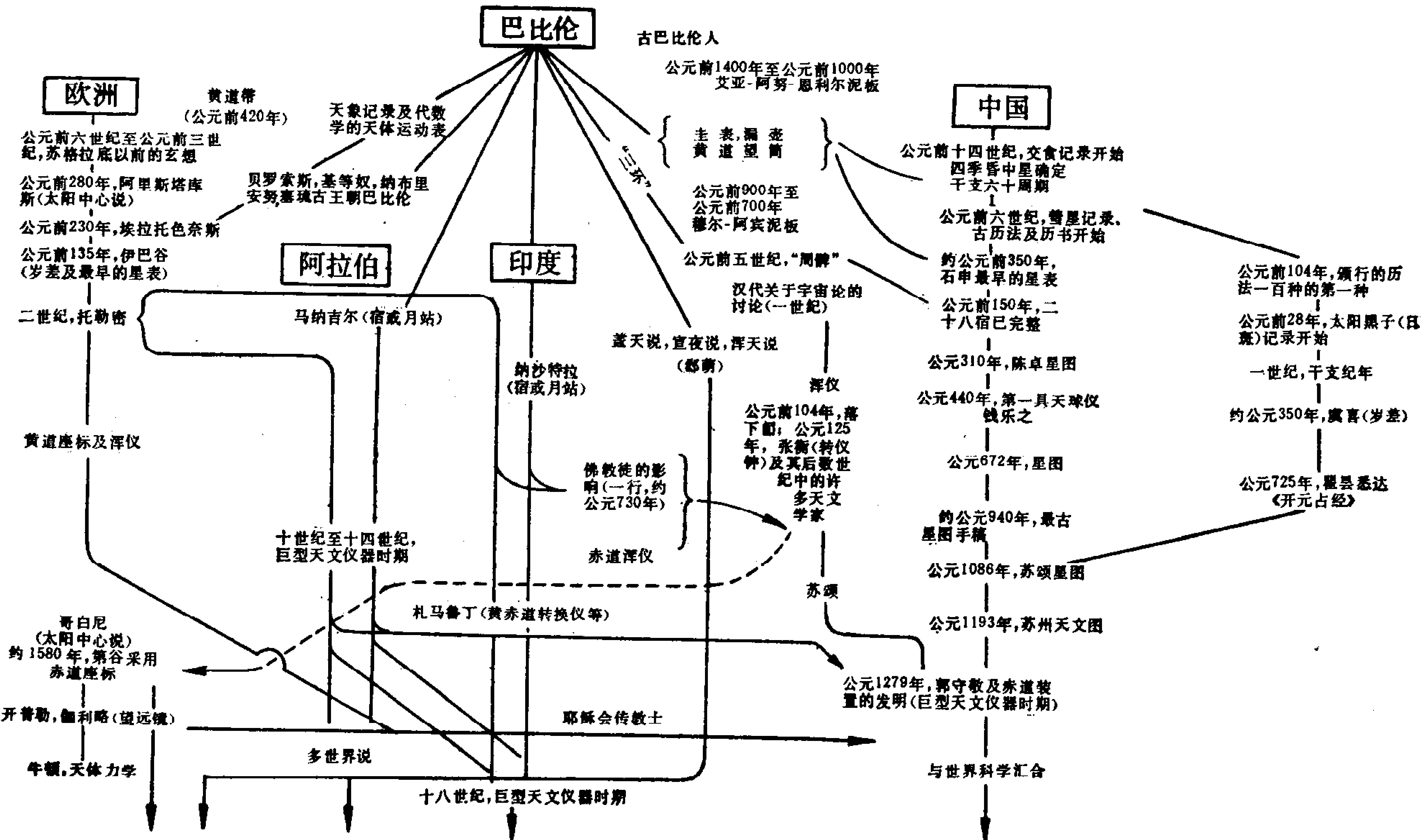
就我所了解，再没有什么问题会比要从乱纷纷的议论（时常是具有相反的目的并从不可靠的论据出发）清理出事实来，更加令人望而却步了①。耶稣会传教士是以接受中国传说资料中的所有天文学内容作为他们的起点的，十九世纪的学者们也跟着这样做。他们的后继者在汉学方面了解较多，做了辨伪的工作，而马伯乐[Maspero (15)]②

的胡言乱语方面。这是一种野蛮习俗的悲惨后果。”[Sédillot (2), p. 603] 塞迪约的汉文知识并不比休厄尔高明，但他俨然以为自己是研究阿拉伯天文学史的学者，理应由他去否定更远的东方国家的一切荣誉。这出不新鲜的趣剧只有一种用处，这就是警告我们必须谦逊，必须心胸开阔。

① 因此有一些奇怪的反响。从本章所述种种来看，使人惊奇的是，1954 年出版的一本权威的天文学史竟有下列一段话："公元前 1100 年前后，中国人似已在天上正确地定出了黄赤交角和冬至点。但在公元前五世纪以后，他们似乎放弃了天文学研究，甚至许多发现也都被遗忘了。中国所有较晚的天文学思想都是后来从阿拉伯和欧洲输入的。"[Abetti (1) p. 24]

② 本章一开始便提到马伯乐的结论，把它当作目前可用的最好的说法。但是，自 1930 年以来，情况又大有发展，他的说法便很不能令人满意了。如果用本章的结语和马伯乐的进行比较，我们可以说：(1) 研究早期的中国天文学可从研究公元前十三世纪的天文学开始，而不是从公元前六世纪开始；(2) 中国天文学并不是与巴比伦无关的；(3)中国的数学也并不像他所想像的那样不够用；(4)关于分、至点等，中国人不是到公元前七世纪才初次知道；(5) 圭表大概不是中国最古的仪器；(6) 中国人也知道日晷；(7) 张衡的浑仪不是中国最早的浑仪；等等。

表 37　东西方天文学发展对照表



在总结这种情况时，却认为中国在公元前六世纪以前是没有什么天文学可言的。但是，他的墨迹未干，董作宾等对殷墟卜辞所进行的深入研究就已说明，甚至在公元前第二千纪中期，中国天文学就已经有许多东西可谈了，而且这些东西不是出于靠不住的传说，而是出于实实在在的甲骨刻辞①。这批材料的研究不过刚刚开始②，可以预料，人们将会从这批材料的研究中得到更多的发现。关于原始天文学从肥沃的新月地带东传的问题，它们可能会提供一些线索。

总之，德莎素的说法似乎已得到他本人所不知道的证据的支持；这位实践航海家虽然在外国军队中服务，但对于中国人民的天赋才能却充满好感；也许正是他所从事的职业使他能得到必要的了解。他有一篇四十年前写成的早期作品［de Saussure (4)］，那结尾的部分现在还值得欣赏，不

① 同公元前十四世纪殷墟卜辞有关的一些占卜人，现在甚至已知道他们的姓名了(见最后一卷所附的人名表)；他们很可能也是星象家。

② 从天文学史的角度来看，前中央研究院所藏的 10000 片甲骨当中，像董作宾 (1) 那样研究过的不超过 600 片。

过应该注意，他在时间方面是有些夸张的：

> 在隐藏着中国的神秘古代的黑暗中，《尧典》在我们面前揭开了这样一个场景。皇宫的一个庭院清晰地出现了，这里便是司天之台。闪烁不定的火炬的亮光显示出正在进行的事情；从那投射在漏壶刻度上的光线，我们可以看到天文学家们正在选择四颗恒星；当时，这四颗星正位于天球赤道的四个等角距的点上，但是，它们注定要用它们的移动来为后世说明，这幕场景发生在四千多年以前。

第二十一章　气 象 学

一、引　言

气象学一词自产生于古希腊以来，其含义已经经历了不少变化。按照亚里士多德在他的《气象学》(*Meteorologica*)① 一书中的说法，气象学所研究的包括许多现在称为天象的东西，诸如流星、陨星②(西文"气象学"即由此得名)1)、彗星、银河等等，尽管这些现象当时就已经归入"月下世界"的范围，现在则已经知道是属于天文学了。古代的气象学还包括许多今日可称为自然地理学的东西，如河流的起源和性质、海陆的分布等；此外，还有一些属于矿物学的东西，如金属和岩石的生成

① 英译文见 E. W. Webster (1)。关于希腊的一般气象学理论，见 O. Gilbert (1)。

② 这已在天文学一章提到过，参阅前面第 632 页。

1) 在英语中，陨星为 Meteorolite 或 Meteorite，气象学为 Meteorology。——译者

等。按近代的含义来说，气象学所研究的主要是气候、天气以及地球大气层中出现的一切现象，包括潮汐现象在内。

中国文献中没有在研究范围上和亚里士多德的《气象学》相似的著作，但这并不表明中国人对天气现象不大感兴趣。在这一章中，我们必须看一看他们的贡献；例如，他们在气象学的某些计量方法方面长期以来走在西方的前面，保持较完整的记录，其时间也长得多①。至于对潮汐的了解，他们有时也大大胜过欧洲人。但是，虽然如此，气象学史方面的主要著作② 却几乎完全没有利用过什么中国的资料。

二、一般气候

这是本书在结束部分还需要重新提到的一个

① 我们后面将看到，这些资料现在正在为当前的统计学研究服务。

② 例如 Napier Shaw & Austin (1); Hellmann (1)。关于中国气象学史，除竺可桢的非常简要的论文 [Chu Kho-Chen (2)] 以外，没有看到过以任何西文发表的著作，也未见到以此为题的中文专著。金布尔 [Kimble (1), pp. 151—160] 有关于欧洲中世纪气象学的介绍，写得很好。

论题。研究中西文明的差别，必须就其发展所处的气候条件加以比较。这里仅需要说一说，西翁[Sion (1)]和克雷赛[Cressey (1)]的书中有关于中国气候的短而精的说明，下面的简单叙述即以他们的话为基础①。

在中国，天气变化的循环往复是季候风环流的结果②。偶然出现的热带气旋，以及大陆气旋风暴的推进，都受到次大陆地势起伏的调节。中国的天气虽说在西边受到陆块的影响比在东边受到太平洋的影响来得大，但中亚的干燥空气仍然和东南亚的海洋潮湿空气在中国"战场"上终年相持。在夏季，亚洲腹地上空的气团受热膨胀，上升而吹向周围的海洋。所形成的低气压把温暖潮湿

---

① 亦可参阅 Roxby (2, 3, 4)。可惜罗克斯贝(Roxby)写得最好的书(为英国政府作)虽已印成，但未公开发行，不能引证；尽管已向有关方面请求准许利用该书，但由于至今仍未弄到此书，在目前的研究工作中也无法利用。现已接到通知，可在规定的条件下在英国某些图书馆查阅此书。

② 马迪哈森[Mahdihassan (1)]从"卯霑"(正常的透雨)两字推出季候风一名，但这一用法颇少见，如果说中国一直沿用此词，似难令人相信。汉文中常用的名称是"时令风"、"海风"、"季节风"、"季候风"(较新)。

的海洋空气沿海面引入内地，因而造成大规模的对流。到冬季，这一过程又反转过来。这样生成的风就是季候风，这种风在中国不如在印度那样有规律，但同样是气候的基本背景。因此就形成降水主要集中在特殊的雨季（通常占夏季的三个月）这一事实，凡是曾经在中国住过的人对于这一点都是熟悉的。

季候风的一般趋势是在夏季吹向大陆，在冬季吹向海洋，但由于随时移动的高气压、低气压系的东向运动，使情况变得复杂了。在过渡性季节（春和夏初）中，低气压区或低气压最常见，在华中和华北造成时而多云、时而多雨的特殊天气，这地区占优势的气团也随之发生变化[①]。中国的气候的第三种要素是热带的台风，这是一种小范围而极为强烈的大气骚动，中心气压极低，气压梯度非常大，风速每小时高达165哩。不过，即使台风以全速前进（常常是一天数百哩），在它的破坏性气流支配下的全部面积，直径通常也不超过100哩。台风产生于太平洋，在向西移动袭击中国沿海之

① 参看 Chu Kho-Chen（6）。

后，渐向北移，最后在内地省份消失。

中国各省的气候区域，已由竺可桢［Chu Kho-Chen (5)］划分出来了。

中国的气候从古至今有多少变化呢？关于这一问题议论很多，一致的意见是：中国（至少是华北）过去既比现在温暖，又比现在潮湿。这一结论主要是由古书中的物候学资料得出的。气候方面的情况，可由关于动植物的生活现象年年重复出现的记载推论而得。近代沿着这个方向① 进行研究的早期成果之一，是毕瓯的著作［E. Biot (13)］。例如，他注意到《诗经》中关于黄河流域及黄河以北植物生长的资料，包括种稻以及桑树、枣树、栗树的栽植等。他的结论是：即使气候有变化的话，也不会是很大的变化。但是，竺可桢［Chu Kho-Chen (4)］把战国时代著作② 中的物候观察和戈蒂埃(Gauthier)整理出来的现代物候观察作了比较，发现古书中所载的一年一度的事情，如

---

① 中国史学家如金履祥（公元1232—1303年）早已在讨论《月令》的文章中猜测到中国的气候在逐渐变冷。参看前面第58页。

② 《礼记·月令》、《淮南子》、《吕氏春秋》和《逸周书》。

“桃(*Prunus persica*)始华”(开花)、“仓庚(即杜鹃, *Cuculus micropterus*)鸣”、“玄鸟(即家燕, *Hirundo rustica*)至”之类,都比近年的观察记录早一星期至一个月。古时天气一定是比现在暖和一些。其他许多著作家也都支持这一看法。蒙文通(1)曾收集汉代关于桑、竹的资料来证实这一点;徐中舒(2)和姚宝猷(1)指出,商周时代黄河流域曾经有象,但商周之后不见于记载,他们又指出,一直到宋代(不是自宋代起),还有产于华南的鳄①。德日进(de Chardin)和裴文中曾指出,竹鼠(*Rhizomys sinensis*)的骨骼已证明商代的地面风景是多竹的。

魏特夫[Wittfogel (3)]和胡厚宣(1)曾各自苦心钻研,从甲骨卜辞研究中得出关于商代(公元前十四世纪)气候的论断。他们的论断也支持上述看法。但是,除了为说明某季雨、雪多于他季必

---

① 参阅 Read(4), nos. 104, 105。蛟龙(*Crocodilus porosus*)在广东内河中至今大概尚未完全绝灭。鼍龙(*Alligator sinensis*)在长江下游和附近湖泊中仍有发现,似乎成了一种破坏堤坝的有害动物(新华社 1954 年 4 月 4 日电)。所有证据都表明,这几种动物(也许还有别的动物)过去比较常见,而且分布地区要比现在更向西、向北一些。

须作种种推测，而他们所作的推测显然有问题之外，董作宾（4）还对他们所用的统计学方法提出了严厉批评。因此，必须认为这一问题尚未解决。不过，考古学家们所得到的一般印象，似乎都是商代中国的气候比现在潮湿、温暖①。

至于说到中国古代天气知识的发展，人们只能同意竺可桢［Chu Kho-Chen (2)］的意见，即天气预测始终未超过农谚的阶段②。欧洲在文艺复兴以前，自然也是如此③。这种农谚成为《易经》主要组成部分——《筮辞》——的一部分内容④，在许多古书中也时常出现，例如《道德经》卷二十三就有“飘风不终朝，骤雨不终日”的话。在《易经》中，月晕是风雨之兆，东行的云（方向与季风雨相反）对行人是好兆头。在道家研究自然的项目中，天气预测和天气预报一定占了一大部分；本书第二卷为说明这一点，引用一项十二世纪的材料1)。

---

① 参看 Chêng Tê-Khun (4)。

② 《图书集成·乾象典》卷六十五至卷九十四有大批气象学资料。这些资料尚未根据现代科学知识加以研究。

③ 参看 Inwards (1)。

④ 见本书第二卷第十三章第七节。

1) 本书第二卷第十章第五节末尾引用了宋代叶梦得《避暑录话》（公元 1156 年）卷二中的一段话。——译者

中国古代也曾讨论到气候对人类健康和疾病的影响，如《管子》①中有几段和希波克拉特(Hippocrates)的《风、水和地方》一书十分相似，谈的就是这个问题②。

三、温　度

前面已经说过，据汉代的一些“现象论者”1)的解释，不合时令的严寒和酷暑(寒暑异)都是对帝王卿相失德的“天戒”③。所以，把酷暑之夏和严寒之冬记录下来，写到官修的史书中去，其目的本来是为了占验吉凶。我们还说过④，因为很难使漏壶准确计时，对于古代的中国人来说，温度是有重要意义的。严寒、酷暑的记录在类书《图书集成》中占四卷⑤之多；竺可桢［Chu Kho-Chen (3,

① 《管子》卷三十九。见本书第十章第二节及第二十五章第五节。

② 参看 Brunet & Mieli (1), pp. 160, 173, 177。

③ 见本书第二卷第十四章第六节。

④ 参看前面第 354 页。

⑤ 《图书集成·庶征典》卷一〇三至卷一〇六。

1) 指汉代讲阴阳五行、灾异祯祥的一些人，如董仲舒、京房、谷永等。——译者

4)]认为中国的气候存在着长周期的温度变化(表38)，就是从历代史书的这些材料中推断出来的。温度变化与太阳黑子(日斑)频率的关系，大致也可以从那里看出来。竺可桢用当时一些目击者的日记给这些数字作证；例如郭天锡的日记把一个最寒冷的时期(1308—1310年)的天气都记下来

表38 严寒之冬与太阳黑子(日斑)频率的关系

世纪	每一世纪中严寒之冬出现的次数		太阳黑子频率(中国的记录)
	欧洲(布吕克纳)①	中国(竺可桢)	
六世纪	—	19	7
七世纪	—	11	0
八世纪	—	9	0
九世纪	11	19	8
十世纪	11	11	1
十一世纪	16	16	3
十二世纪	25	24	16
十三世纪	26	25	6
十四世纪	24	35	9
十五世纪	20	10	0
十六世纪	24	14	2

① 采自 Brückner (2)。

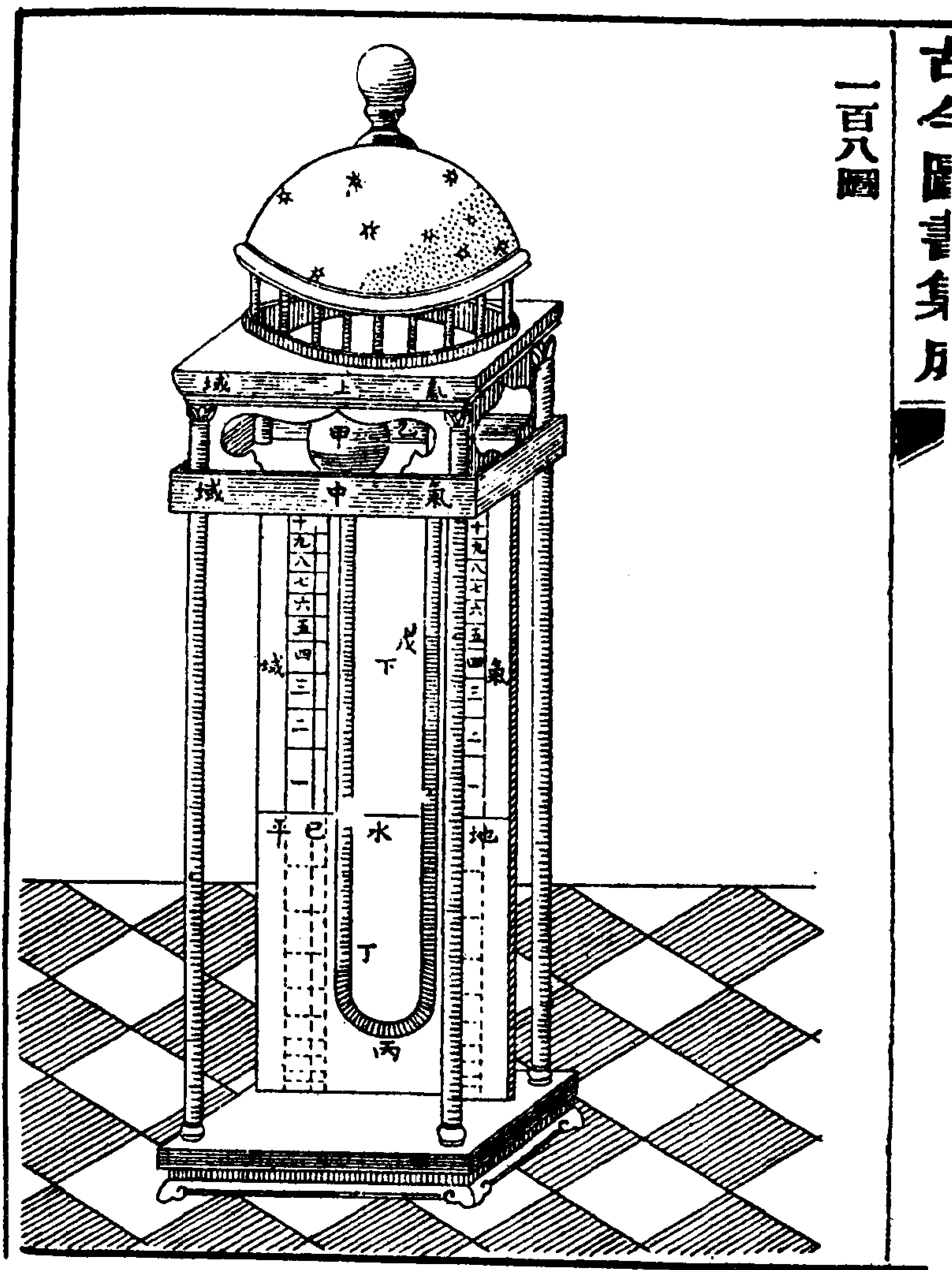


图 196　南怀仁的气温计，1670 年左右（采自《图书集成》）

了[1]。中国至迟从十一世纪起便有一种习惯，记录冬至后九个九天当中每日的天气；这叫作“数九寒天”。在明清时代，人们常把这些日子的天气每天记录在一种图上，图是为此而特制的，按照大家熟悉的惯用办法填上去[2]。

南怀仁把文艺复兴时期可以表明度数的测温方法介绍到中国，他的仪器和伽利略的气温计相似，受大气压力的影响，《图书集成》[3]中有这种仪器的图（图196）。

四、降 水

安阳甲骨卜辞的研究表明，远在公元前十三世纪就已在作颇有系统的气象记录了。董作宾[4]分析了从公元前1216年开始的一连串的卜辞，

① 大约在同一时期，欧洲也作了第一次连续的气象观测，观测者是英国一个教区的牧师默尔（William Merle），时在1337—1344年间，这是许多巧合中的又一例［Sarton (1), vol. 3, pp. 117, 674］。参阅 Thorndike (5); Hellmann (3, 4); Kimble (1), p. 160。

② 详情及有关资料，见 Yang Lien-Shêng (6)。

③ 《图书集成·历法典》卷九十五第四十页反面，其说明见卷九十二第一页正面那一节。

④ 董作宾(1)，下编，卷九第四十四页正面那一节；(5)。

其中雨、霰、雪、风以及风雨的方向都有连续若干旬的记录。由于占卜天气应验后有在甲骨上附记"雨"、"雪"等字样的习惯，许多成功的天气预报都记载下来了。和其他文明古国一样，中国早期的气象学是和占卜有密切关系的。《左传》僖公五年[①]（公元前654年）一款说，凡分、至之日，必对云形以及其他大气现象作特别仔细的观测。我们已经看到[②]，《周礼》中有专管观测和预报风、云等现象的官员。《汉书·艺文志》载有许多关于云、雨、虹的书，其中有一种是一个叫泰壹的人作的。这种记载在中国历史上到处都有，例如，十二世纪高似孙的《纬略》有《云占》[③]一篇，而前面时常提到的《通志略》的书目（约1150年）所列讲天气预测的书不下23种。既然已有预测天气的想法，自然也会有控制天气的想法，因此中国古代和中古时代曾有种种"求雨法"。汉代散佚不全的《请雨止雨书》[④]，已由马国翰重辑成书[⑤]。

① 参看 Couvreur (1), vol. 1, p. 248。
② 参看前面第46页，亦可参看第260，736页。
③ 《纬略》卷八第十四页反面。
④ 现收在《玉函山房辑佚书》卷七十八第四十六页正面。
⑤ 参阅本书第二卷第十章第八节；Schafer (1)。

中国对于气象学上所谓水的循环的了解，在科学上意义较大。《计倪子》是公元前四世纪后期的自然主义者的著作，古代文献中出现可说明这种循环已被认识的迹象，也许以此书为最早。书中说：

> 风是天的气，雨是地的气。风依照季节而吹，雨随着风而降落。我们可以说：天的气是向下降，地的气是向上升的。①
>
> 〈风为天气，雨为地气。风顺时而行，雨应风而下。命曰：天气下，地气上。〉

一个世纪以后，《吕氏春秋》同样说：

> 水离开水源而向东流，日夜永不停息。上游的水总是源源而来，永不枯竭，下游却始终不会满溢。小河逐渐变为大河，而重的海水却上升而变成轻的云。这就是循环说的一

① 参阅本书第二卷第十八章第六节。这几句话见《计倪子》卷中第三页反面，此书现收在马国翰《玉函山房辑佚书》卷六十九第十九页正面。又见《太平御览》卷十第九页正面，由作者译成英文。《史记·乐书》第三段［《史记》卷二十四第十四页正面，译文见 Chavannes (1), vol. 3, p. 253］及《内经》卷五第二页正面［译文见 Veith (1), p. 115］有同样的说法，时代大概同样古老。

部分。[1]

〈水泉东流，日夜不休。上不竭，下不满；小为大，重为轻；圜道也。〉

汉代纬书《河图纬括地象》[2]也说："昆仑山有五色水，赤水之气上蒸[3]为霞。"这大概是公元前50年的说法。不过在一世纪时，人们还不能把大气中的循环和星际空间的辽远距离区别清楚，因为关于这个问题，王充在《论衡》里还有一段有趣的文字。前面已经说过，希腊人也时常有同样的混淆[4]。王充说：

儒生们还坚持说："雨从天下"的意思，是指雨确实是从布满星星的天上落下来的。然而，只要考虑到下雨的原因，我们就会明白，雨是来自大地的上空，而不是从天上落下来的。

人们看见雨是从上空聚集而成，就说雨

① 《吕氏春秋》卷十五《圜道》，译文见 Wilhelm (3), p. 38，由作者译成英文。

② 《古微书》卷三十二第四页正面。

③ 应该注意，这个字后来表示蒸发的意思。

④ 关于希腊人对山与云的关系的看法，可参阅 Capelle (1)。

是从天上落下来的；其实它只不过是来自大地的上空。我们怎样才能证明，雨是起源于大地而从山间升起呢？公羊高在《春秋》的评注中说："雨水能透过一、二寸厚的石头向上蒸发，并聚集在一起。在一日之内，它就能笼罩全国，不过，只有从泰山升起的雨才能做到这一点。"[①]他的意思是说，从泰山升起的雨云能在全国各地下雨，而从小山升起的雨云则只能在一个省内下雨，雨云所能达到的范围取决于山的高低。所谓雨从山上出，有人认为是云载着雨出来，云一散开，雨就落下来（他们的看法是对的）。实际上，云和雨是同一种东西。水蒸发便成为云，云凝聚便变成雨，或者还可以凝聚而成为露。在高山上行走的人的衣服弄湿了，不是因为他们走过云雾时受到云雾沾濡，而是由于被悬浮的雨水弄湿了。

① 见《公羊传》卷十二第十五页正面，僖公三十一年。（今本作："触石而出，肤寸而合，不崇朝而徧雨乎天下者，唯泰山尔。"——译者）

有人引用《书经》[1] 上的话说："如果月亮跟着星星走，就必定会刮风下雨"。又有人引用《诗经》[2] 上的话说："如果月亮接近毕宿就必定会下瓢泼大雨。"他们相信，根据这两本经书上的这两段话，雨是老天爷造成的。我们该怎样去反驳它呢？

当雨从山间出来的时候，月亮就经过其他星星而接近毕宿。而当月亮接近毕宿时，就必定会下雨。只要不下雨，月亮就不接近毕宿，山间也不会有云。这是天和地、上和下在互相感应而起作用。当月亮在天上接近毕宿时，山就从下面蒸发出水气，而这些水气便聚集而结合起来。这是自发的自然规律的一部分。有云雾就表示雨即将来到。在夏季云雾变成露，在冬季则变为霜。天暖的时候下雨，天冷的时候则下雪。雨、露、霜都是从地上产生，而不是从天上降下的。[3]

---

① 《书经》卷二十四《洪范篇》。参看 Karlgren (2), p. 35。

② 见《小雅·鱼藻之什》的《渐渐之石》一篇。Karlgren (14), p. 184, no. 232; Waley (1), p. 120。毕宿当然就是毕星团。

③ 《论衡》卷三十二《说日》。由作者译成英文，借助于 Forke (4), vol. 1, p. 276。

〈儒者又曰，“雨从天下”，谓正从天坠也。如实论之，雨从地上，不从天下。

见雨从上集，则谓从天下矣；其实地上也。然其出地，起于山。何以明之？《春秋传》曰：“触石而出，肤寸而合，不崇朝而徧天下，惟太山也。”太山雨天下，小山雨一国，各以小大为近远差。雨之出山，或谓云载而行。云散水坠，名为雨矣。夫云则雨，雨则云矣。初出为云，云繁为雨，犹甚而泥露濡污衣服。若雨之状，非云与俱，云载行雨也。

或曰《尚书》曰：“月之从星，则以风雨。”《诗》曰：“月丽于毕，俾滂沲矣。”二经咸言，所谓为之非天，如何？

夫雨从山发，月经星丽毕之时，丽毕之时当雨也。时不雨，月不丽，山不云，天地上下自相应也。月丽于上，山烝于下，气体偶合，自然道也。云雾，雨之征也。夏则为露，冬则为霜，温则为雨，寒则为雪。雨露冻凝者，皆由地发，不从天降也。〉

这一段话之所以有趣，不仅是由于对水的循环了解很清楚，并且还由于它对山在降水过程中所起作用的范围作了评价。至于降水与月、星的季节性关系，王充的想法（约在公元83年）是这样：气在地上进行循环的作用（水蒸发为山间的云）与

气在天上的作用（在一定时间把月吸引到毕宿附近[1]）之间有某种联系。

不久以后，水的循环完全被了解清楚了。《说文》的成书略晚于王充，此书给云下的定义是“润气”（湖沼蒸发的湿气）。我们已经提到过，公元三世纪时杨泉在他的《物理论》中曾讨论过水的循环[2]。关于这种循环，在宋[3]、明[4]两代有许多种说法，其中叶梦得和王逵的见解恰与阿拉伯百科全书编纂家阿布·亚赫亚·葛兹维尼（Abū Yaḥya al-Qazwīnī，约1270年）[5]的见解相符。

欧洲对于水的循环的认识，可以追溯到公元前六世纪，即米利都的阿那克西曼德（Anaximander of Miletus）[6]的时代。亚里士多德以两种地

① 王充的见解经常如此，这些想法很能说明自然主义有机论者的宇宙观。参阅第二卷第十三章第六节。

② 参看前面第110页。引用在十二世纪中叶的《续博物志》卷一第四页反面。

③ 例如叶梦得《避暑录话》（约1150年）卷一第二十三页反面，或陈长方《步里客谈》（约1110年）卷二第四页反面。

④ 《蠡海集》（约十四世纪后期）第五十页反面；又见《七修类稿》。

⑤ 参看 Mieli (1), p. 150。

⑥ 参看 K. Freeman (1), p. 62。

面蒸发（*anathumiasis*，*ἀναθυμίασις*）概念——一种是水的（*atmidodestera*，*ἀτμιδωδεστέρα*），另一种是气体的（*pneumatodestera*，*πνευματωδεστέρα*）——为中心，建立了他的《气象学》[1]。前一种相当于中国的地面水气上升概念；后一种可能是由观察火山口的含硫气体之类得来，古时靠它解释岩石中生成矿物和金属的原因。我们在《淮南子》一书讨论同一问题的话里可以看到非常相似的说法[2]。这样，人们只好承认双方有互相交流的可能；但是这种概念出现很早，似乎又不可能有什么交流。"气"、"普纽马"（*pneuma*，即*πνεῦμα*）和"普拉那"（*prāna*）三名含义大致相同，这并不能说明它们必须同出于米索不达米亚，后来才独立发展。"气"这个字从一开始便用在天气方面[3]，表示天气的最古复合词是"气候"。"候"，通常是等候的意思，所以指的是某一特定时刻或某一特定期间的天气[4]。此外，风、雨的预报也用

① 参看 Brunet & Mieli (1), p. 242。

② 参看本书第二十五章第二节。

③ 因此又有节气一名，参看前面第556页。

④ 参阅第二卷第十三章第七节关于炼丹术中所谓"火候"的说明。

这个字，即“候风”、“候雨”。“气象学”一名至今还带着“气”字。

各个时代自然都有人以测雨知名。公元前一世纪的方士京房就是这样的一个，他的测雨术在《易章句》中多少记下来了一些①。另一个是宋人娄元善。十世纪的类书《太平御览》②、《纬略》③等引有一种已散佚的《相雨书》上的话，此书不是那样神秘，作者黄子发年代不详，大概是汉代的人。中国人在中古代不象我们那样把云分为卷云、积云之类④。他们使用了许多术语，但这些术语目前还没有根据现代科学知识一一加以分析⑤。见于记载的，有疾驰的黑云、覆车⑥状黄云、杼轴云、鱼鳞云、濯鱼云⑦、草莽云⑧等等。冠状云或状如

① 后世的书常引用他的话，如《太平御览》卷八第二页反面、《续博物志》卷一第六页正面和第八页反面。

② 《太平御览》卷八第七页反面。

③ 《纬略》卷八第十五页反面。

④ 这是霍华德（Luke Howard）定的名。参阅 Napier Shaw (1)。

⑤ 参阅《晋书》卷十二第十页正面那一节；译文见 Ho Ping-Yü (1)。

⑥ 这可能是积雨云的圆锥形云顶。

⑦ 据推测，这可能是斑点状卷积云。

⑧ 据推测，这可能是卷云的痕迹。

羊群、猪群、水牛群的云，可能都是指雷暴高积云。典型的“砧”形雷雨云，在京房的描写中是状如鼓、如持桴。这种云有时似乎又称为炮车云①，状如倒置的截顶三角形。另一颇受注意的天气征候是高空雾状卷云所引起的月晕，中国人把这种现象看作是风的可靠信号②。带有虹彩的月晕称为“飓母”，意即“台风之母”。日晕也被仔细研究过了③。宋代有一位伟大的天气学家，名叫刘师颜，他的成就载于赵德麟的《候鲭录》④。《东西洋考》⑤和《广舆图》⑥（1579年）中保存着一些航海家的天气歌诀。宋代的同类资料在《梦粱录》⑦中可以找到。红雨现象的记录保存在类书《图书集成》⑧中。

连竺可桢［Chu Kho-Chen (2)］也以为中国

---

① 《砦溪诗话》卷五第三页正面；《表异录》卷一第六页反面；《唐语林》卷八第二十四页正面。

② 《太平御览》卷四第十二页反面。

③ 参看后面第734页。

④ 《候鲭录》卷四第五页正面。

⑤ 《东西洋考》卷九第十一页反面。

⑥ 《广舆图》卷二第七十四页反面。

⑦ 《梦粱录》卷十二第十五页反面。

⑧ 《图书集成·庶征典》卷一四三。

第一具湿度计就是南怀仁用鹿肠线制成的那件仪器[①]。但是，事实上中国人在很早的时候便曾利用羽毛、木炭等物的吸湿特性来进行湿度测量了。《淮南子》一书至少有两处提到比较榆树炭[②]和一盘土的相对重量的实践，这是为了测验大气中的湿度，以便预报降水。第一处[③]只简单地说："燥故炭轻，湿故炭重。"第二处[④]说悬羽毛或炭以测燥湿之气，又说"以小见大，以近喻远"。在《史记》中，我们也可以看到同样的测验[⑤]，但只有"县（悬）土炭"三字，五世纪注释家裴骃在这里加注说，特别是冬至、夏至日要作这种试验，目的似乎在预测整个季节的天气。此事在张华（公元232—300年）[⑥]

---

① 《图书集成·历法典》卷九十五第四十一页正面，说明在卷九十二第三页正面那一节。

② 假如确实是木炭的话。皮克（Peek）曾记述一种具有特殊吸湿性的石墨（青灰或黑灰），这里所采用的炭也可能是这种东西。章鸿钊同意此说［章鸿钊（1），第202页］。

③ 《淮南子》卷三第六页正面。

④ 《淮南子》卷十七第五页正面。

⑤ 《史记·天官书》卷二十七第三十七页正面；Chavannes (1), vol. 3, p. 400。

⑥ 《说郛》卷二十四第十九页正面。参阅李淳风《感应经》，见《说郛》卷九第二页正面。

的《感应类从志》中叙述最为详细[①]。 有趣的是，十五世纪时欧洲库萨的尼古拉(Nicolas of Cusa)

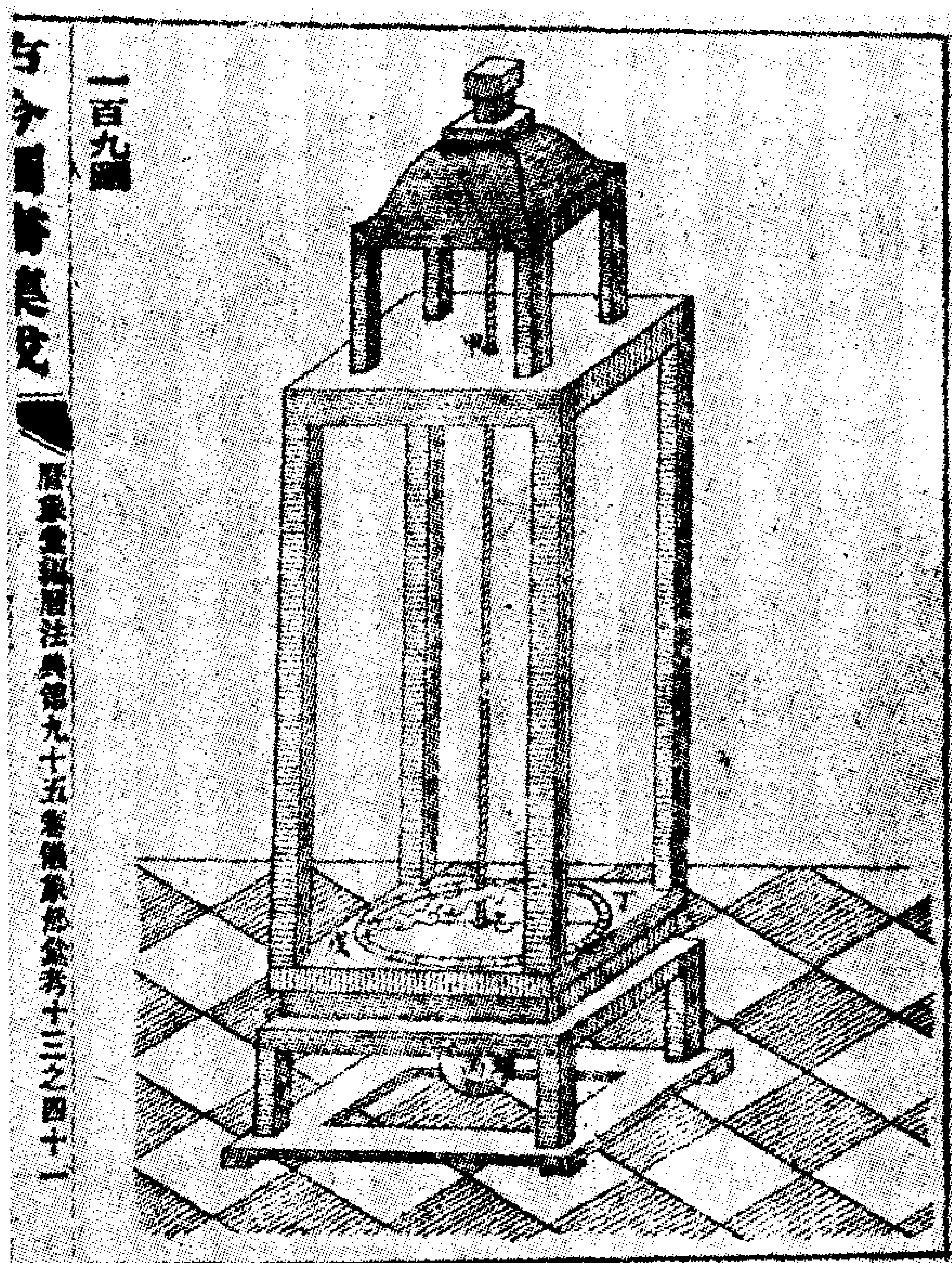


图 197　南怀仁的鹿肠线湿度计，年代约为 1670 年（采自《图书集成》）

① 有一个故事讲到某种海兽的皮，说皮上的毛或立或伏，与海潮相应，可说是古代的湿度计。这个故事记在十二世纪出使朝鲜的一位使臣的笔记中，见后面第 782 页及本书第二十二章第二节第(3)小节。参看 Moule (3), p. 152。亦可参阅《山居新话》第五十三页正面 [H. Franke (2), no. 146]。

恰好也用了同样的方法，他比较的是羊毛和石块的相对重量①。这种方法在中国较晚的文献中常

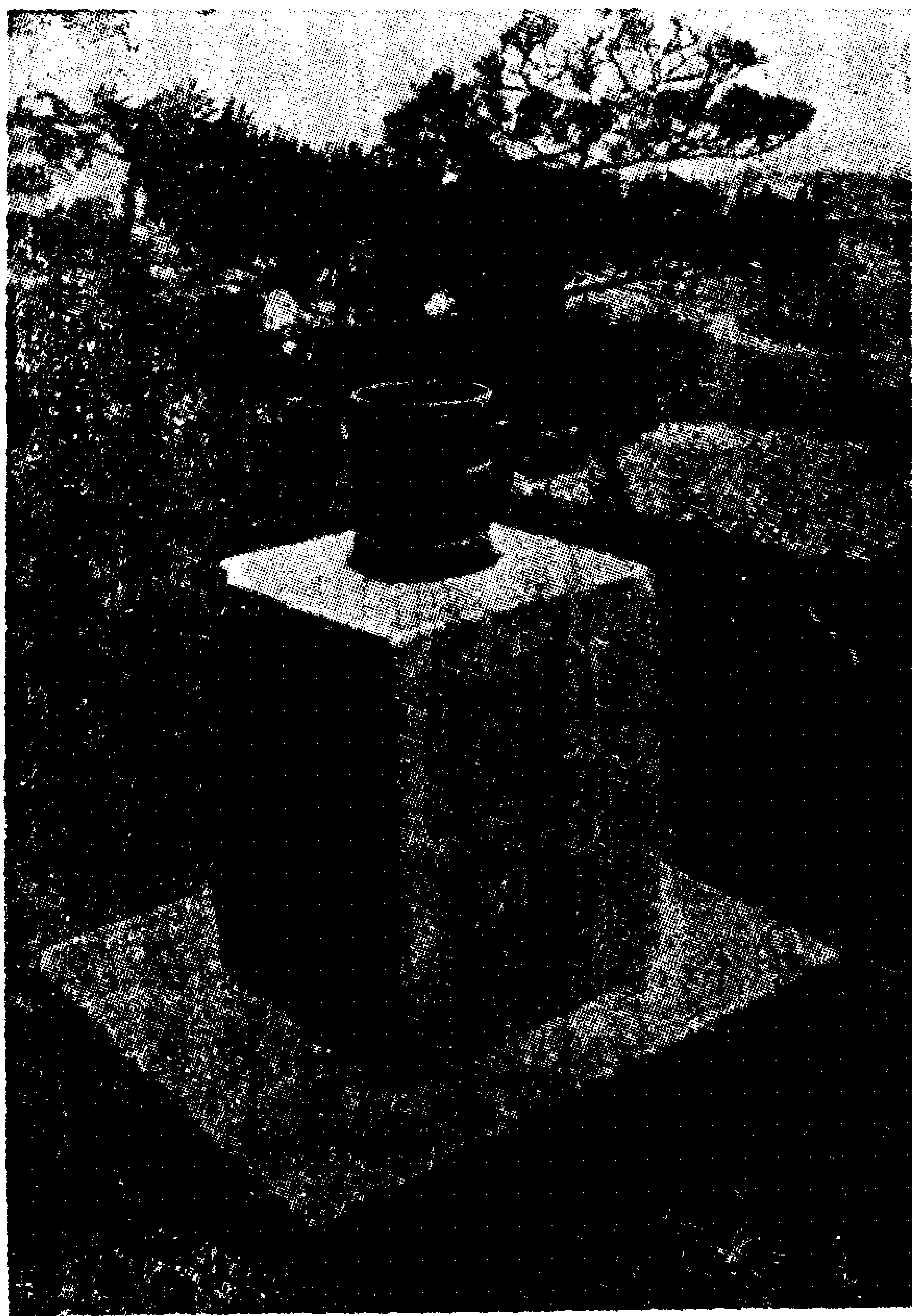


图 198 保存在朝鲜的一具中国雨量筒，年代约为 1770 年（和田雄治摄）

① 参看 Cajori（5）。

有记载①。

关于降水预报就谈到这里。由于雨后河道、沟渠要涨水，有发生泛滥的危险，而这种不可避免的后果在中国经常是那么严重，所以我们发现中国人在很早的时候便使用雨量筒，是并不感到惊奇的。在欧洲，一直到1639年才出现用容器收集雨水进行计量这一简单想法，那是伽利略的友人加斯太利（Benedetto Castelli）从佩鲁吉亚（Perugia）传出来的。近年来，气象学家们已经从和田雄治［Wada (1)，和田雄治(1)］和莱昂斯［Lyons (1)］的著作中熟悉了十五世纪的朝鲜雨量筒。有些最早的朝鲜雨量筒设置于1442年，用青铜制成，称为"测雨器"，朝鲜史料中至今还保存着有关的诏书。它们过去是放在云观台上的。1770年，朝鲜各主要城市都建成气象台，各台都设有这种雨量筒，这里介绍的即其中之一（图198）。

不过，至今人们还没有普遍认识到，雨量筒并不是朝鲜人的发明，它的历史在中国可以追溯到

① 例如，《表异录》卷一第十四页正面、《太平御览》卷八七一第四页正面那一节铁权条。

比朝鲜早得多的时代[1]。可以说明这一点的主要证据，即秦九韶的《数书九章》[2]（1247年）里有关于雨量筒形状的算题[3]，称为"天池测雨"，当时大概各州郡首府都设有这种筒。秦九韶所讨论的问题，是如何根据圆锥形容器或桶形容器中收集的雨水的深度，求出地面某处一定面积上的降雨量。

更值得注意的是，这部书还告诉我们，当时雪量筒也在使用，叫作"竹器验雪"。这是一种巨大的竹笼，秦九韶在书中举出了关于它们的例题[4]。这种竹笼一定是放在山路两旁或山岗上面。假如宋代的地方官果真向朝廷申报降雨量和降雪量的话，那末，高级官员在计算堤防以及其他公用设施的维修费用时，一定得到了很大的帮助。

不待说，中国的天气记录中有很长而且内容

---

① 也可能始源于巴比伦。《实利论》(*Arthaśāstra*, Shamasatry ed., p. 127)有几段似乎说的是雨量筒的应用，萨马达尔(Sammadar)已经注意到这一点。二世纪希伯来文古籍中的有关资料，也已有伏格尔斯坦(Vogelstein)注意到[参阅 Hellmann (2)]。

② 《数书九章》卷四第一〇七页那一节。

③ 最初使我注意到这一事实的，是我的朋友叶企荪博士。

④ 《数书九章》卷四第一一〇页。早在十九世纪，日本大名土井年鹤(1789—1848年)已刊行一本讲雪花形状的书，即《雪华图说》，这是一本值得注意的书。

丰富的水、旱灾统计表。在所有官修史书和类书[1]中,在所有主要的史料汇编中,都有这类资料。陈高佣等(1)已利用这类资料编成一本庞大的汇编。在中西文献中,候赛[Hosie (2, 3)]的拓荒之作已被一些苦心钻研的著作[2]所取代了。在以前的记录中总有一些不可靠的地方,例如在战乱期间就不能继续记下去。我们随时记住这一点,就可以把周期性出现的水、旱灾填补上去。表39是根据竺可桢的著作[Chu Kho-Chen (3)]列出来的。陈达[Chhen Ta (1)]曾把对外移民和旱灾联系起来:中国移民马来群岛是在大旱的十五世纪,移民夏威夷、北美与南非,则是十九世纪的事。人们不能忽略这样一个事实,即自公元300年起至600年止的几百年大干旱,与政治上四分五裂的大混乱时期正好相合,这场大混乱直到隋唐时代才以稳定的统一告终。与此相反,唐、宋两代比较

① 例如《图书集成·庶征典》卷七十六至卷八十、卷八十六至卷九十四、卷一二四至卷一三二等。但尚无人研究整理以供世人应用。

② 这些著作有 Chu Kho-Chen (3), Yao Shan-Yu (1, 2, 3), Ting Wên-Chiang (2), K. Y. Chêng (1), Schove (4)。关于这些著作的一般背景,见 Brooks (1)。

表39　各个世纪中旱涝之比

世　纪	降水率 (每一个世纪中的旱灾 / 每一个世纪中的涝灾)
二世纪	1.98
三世纪	1.60
四世纪	8.20
五世纪	2.06
六世纪	4.10
七世纪	3.30
八世纪	1.32
九世纪	1.80
十世纪	1.80
十一世纪	1.70
十二世纪	1.04
十三世纪	1.80
十四世纪	1.05
十五世纪	2.25
十六世纪	1.95

稳定的几百年，则以雨量较充足为其特征①。

中国对不良天气的记录自然也包括雹灾的资料。不过，人们曾对雹暴云发炮，以便使降水立

① 参阅本书第一卷第402页那一节。李济 [Li Chi (2)] 也把气候的波动和政治上的动乱联系起来。

即开始，或使冰雹避开所要保护的农作物。霍维茨[Horwitz (8)]对炮击雹暴云的实地应用感到兴趣，因为研究它的发展过程是很有意义的。这种方法，今日在法国南部经营葡萄园的农民中广泛流行，他们用的不是炮而是火箭。霍维茨在十六世纪末的蔡里尼(Benvenuto Cellini)自传[1]中发现欧洲最初用这方法的记载。可是他又在巴斯提安(Bastian)[2]的旅行记中注意到，康熙年间(1662—1722年)在甘肃曾有喇嘛向雨云开炮的事。当时，每当开炮，则请地方官采取措施，祈求山神、水神宽宥。霍维茨因此提出一个问题：这种想法是否纯粹由于迷信而发源于中国，后来才由中国传到西方？——但我们还没有找到答案，这个问题需要继续进行研究。

五、虹、幻日和光学奇象

安阳出土的甲骨卜辞[3]中有关于虹的资料[4]。

① 参看 Cellini (Bettoni ed.), vol. 2, p. 56。
② 参看 Bastian (1), p. 410。
③ 董作宾(1)，上编，卷一第六页正面。
④ 参阅《图书集成·乾象典》卷七十六，《庶征典》卷七十三。

现在用的"虹"字由于带有"虫"旁，把殷人的想法——虹是雨后出现的龙——保存下来了。霍普金斯[Hopkins (26)]讨论过这个象形字的古代写法(见图)[①]。另一个字"蜺"或"霓"则有时用"虫"旁，有时用"雨"字头。

宋时沈括曾记述他到甘肃出使契丹时所见到的双虹(约1070年)[②]。他和孙彦先都认为，虹是日光通过悬浮在空中的水滴反射而成的。两世纪以后，库特布·丁·希拉吉(Quṭb al-Dīn al-Shīrāzī, 1236—1311年)在波斯第一次提出关于虹的使人满意的解释(基本上和笛卡儿的相同)，说光线通过透明的球体时，会发生两次折射和一次反射[③]。

但是，有一种包括同心晕和幻日的奇怪的复杂现象，在美观方面远远超过雨后的虹。在某些

① 北魏时代敦煌佛窟的壁龛上常刻有这种双头动物(两头蛇)，见本书第一卷图19。参阅 Bosch (1)。

② 《梦溪笔谈》卷二十一第一则。参阅胡道静(1)，卷下第670页。

③ 参看 Sarton (1), vol. 2, pp. 23, 1018; vol. 3, p. 141; Pledge (1), p. 67; Mieli (1), p. 151; Wiedemann (2); Crombie (1)。几年以后，远在欧洲弗赖堡的西奥多利克(Theodoric)，以及希拉吉的弟子卡马尔·丁·法利西(Kamāl al-Dīn al-Fārisī)，都作出了同样的解释。参阅第十九章第十一节。亦可参阅 Boyer (3)。

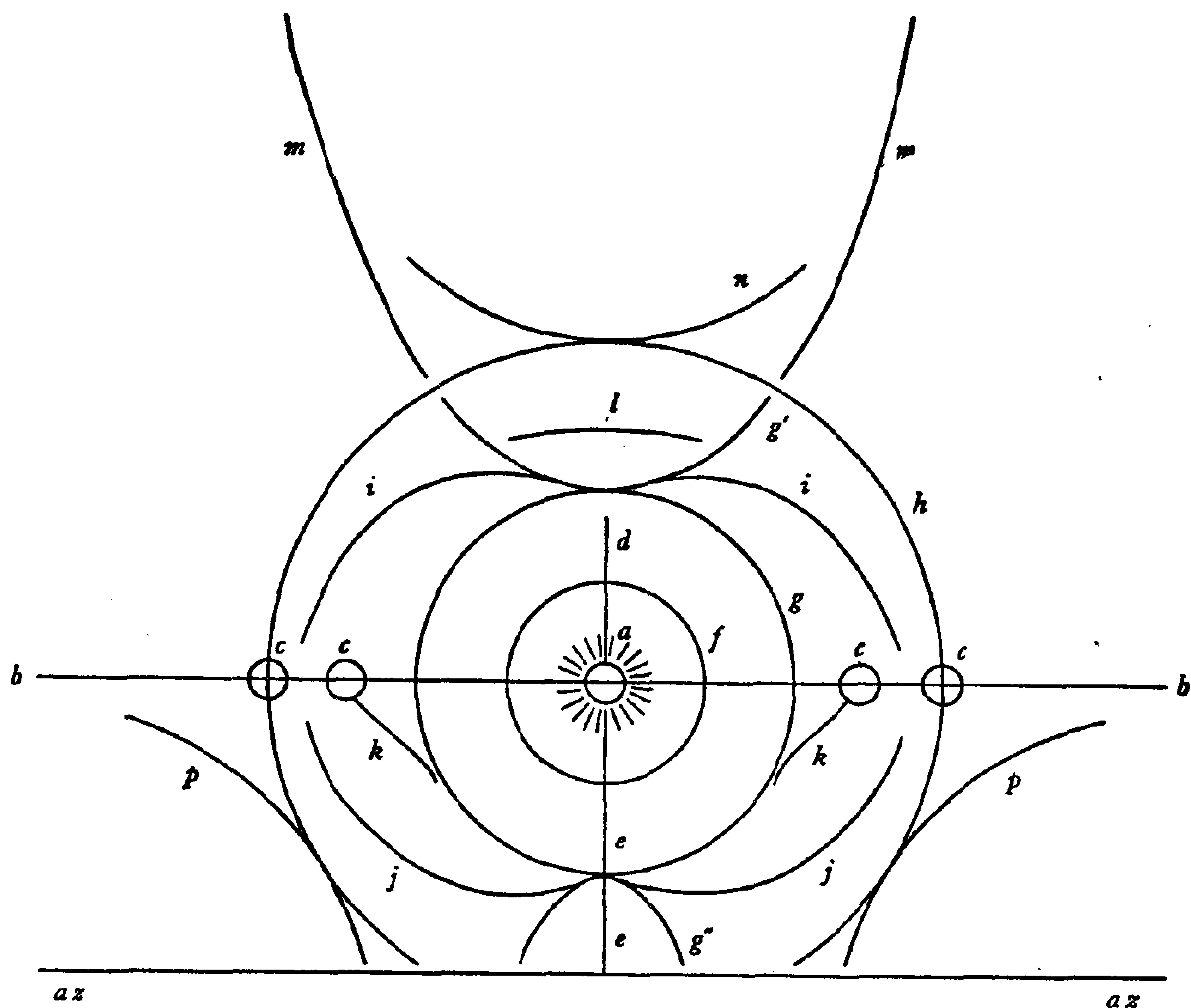


图 199 日晕系的各组成部分(圆柱方位投影)

说明: *a*——太阳; *az*——水平线; *b*——幻日环; *c*——幻日; *d*——日外柱; *e*——日内柱; *f*——豪耳(Hall)晕; *g*——22°晕; *g'*——22°晕上方正切弧; *g''*——22°晕下方正切弧; *h*——46°晕; *i*——卵形晕上方的弧; *j*——卵形晕下方的弧; *k*——罗维茨(Lowitz)倾斜弧; *l*——帕利(Parry)弧; *m*——围绕天顶的 *g'* 延长线; *n*——46°晕的上方正切弧(近天顶弧); *p*——46°晕的内侧正切弧(外侧弧在理论上是存在的,但从未见到过)

大气条件下，当六角形或角锥形冰晶所形成的云，以柱状或片状从高处通过大气缓缓下降时，人们便看到太阳被日晕包围起来，并看到在同一高度上太阳两旁各有两个亮光中心(幻日，图199，*c*，*c*)。各亮光中心的位置，有的在一条明亮的水平线(幻日环，图199，*b*，*b*)和内外两晕（图199，*g*，*h*）①的交点上，有的在交点的附近。此外，在水平线180°处，即与真太阳相对，会出现第五个太阳影象(反日)[1]，另有两个在120°处(侧日)，两个在90°处(很少见)。日晕的颜色很鲜明(内侧带红色)，但幻日环则为白色。一根垂直的柱子在太阳的位置上与幻日环相交②。任何纬度都可以看到

① 内晕在从太阳算起22°处，外晕在46°处。两晕都有在最高点和最低点与之相切的倒正切弧(图199，*g′*，*g″*，*n*)，外晕的下正切弧自然是罕见的。

② 关于这种现象，详见 Pernter & Exner (1), pp. 242 ff.。某些标准著作［例如 R. W. Wood (1), 2nd ed., p. 437, 3rd ed., p. 394; R. S. Heath (1), pp. 339 ff.］在这方面描写都过分简单，无法全部了解，而一些有名的参考书则解释确有错误。标准的几何学解释是1847年布拉维斯(Bravais)提出的，简短说明见 Mascart (1), vol. 3, pp. 472 ff.。这方面的书以利尔耶克斯特［Liljequist (1)］的著作(1956年)为最新。此书附有日晕图多幅，并论及冰晶形状与日晕系组成部分的关系。

1) 西文中表示幻日的名称有三种：(1) parhelion; (2) anthelion; (3) paranthelion。这里为分别清楚起见，分别译为：(1)幻日；(2)反日；(3)侧日。——译者

日晕和幻日,不过在北方或两极地区,日晕和幻日即使不是更常见,也是更加光辉灿烂,更加多种多样。欧洲第一篇关于这种现象的记述,是1630年晒内尔(Christopher Scheiner)所作,他曾在罗马看到一次;第二次是1661年黑维利乌斯(Hevelius)在但泽看到的;外观最复杂的,大概是1794年罗维茨在彼得堡描写的那一次。

然而在中国,热衷于占星的星象家们还要早好几个世纪便已致力于仔细地观测日晕现象了,他们感到这种现象是如此动人,甚至一个皇帝也肯亲自写一部讲这类现象的书,并附了插图①。这就是1425年明仁宗朱高炽(在位仅一年)写的《天元玉历祥异赋》。我们在这里翻印了此书的两张图[图200(1)和(2)]。

何丙郁[Ho Ping-Yü (1)]最近的发现更使人惊奇,《晋书》②讲"十辉"的几页竟有日晕系所有各组成部分的专名。完整的日晕叫作"晕",多出

---

① 此书从未刊印,只是一个附有彩图的抄本,现藏剑桥图书馆。

② 《晋书·天文志》卷十二第八页正面至第九页反面;译文见 Ho Ping-Yü (1)。

来的那些幻日(数日)沿着“弥”(“完全的”环或幻日环)连成一串。46°晕的不完整侧弧称为“珥”(耳环),22°晕的称为“抱”(拥抱),豪耳晕称为“璚”(拇指用的指环,图199, *f*)。46°晕的不完整上方弧称为“序”(序列),22°晕的称为“冠”(帽子),其中的“日戴”(日冕)可以证明即帕利弧(图199, *l*)。连称为罗维茨倾斜弧(图199, *k*)的奇怪三角形也用“提”(提手)这个词来形容。22°晕的下方正切弧(图199, *g″*)称为“缨”(帽缌),46°晕的内侧正切弧(图199, *p*)的名称很恰当,叫作“戟”。种种预言当然都是从晕的形状臆想出来的①,但观察的精确却令人惊奇。我们已掌握的七世纪(书的年代约为635年)流行的专门名词大约就有26个,因此,我们不能不作出结论说,在深入地研究日晕现象方面,中国人远远走在欧洲人的前面。

在这些名词当中,有一些的确可以再向上追

① 《晋书·天文志》卷十二第十五页正面至第十七页反面列有28次日晕,自公元249年起至420年止,并附随后发生并被认为日晕是其前兆的政治事件。详细说明见 Ho & Needham (1)。

溯许多年。我们在第二十章第三节讨论中国天文学的“官方”性质时，已提到《周礼》所载一位预辨吉凶的官员——眡祲。关于他的职责，书中写道[1]：

> 眡祲掌管研究十晕的方法，以便观测天上的各种异象，从而预言吉凶。其中第一种晕称为“祲”(表示侵袭的晕)[2]，第二种称为“象”(影象)[3]，第三种称为“鑴”(金饰)[4]，第四种称为“监”(遮蔽)[5]，第五种称为“闇”(黑暗，即日、月食)。第六种称为“瞢”(朦胧昏暗等)，第七种称为“弥”(全幻日环)，第八种称为“叙”(有秩序的序列)[6]，第九种称为“隮”

---

① 《周礼》卷六第二十九页反面，由作者译成英文，借助于Biot (1), vol. 2, p. 84。关于他的属僚，见卷五第七页反面，译文见 Biot (1), vol. 1, p. 411。

② 《晋书》把祲细分为“珥”、“抱”、“璚”(这在前面已提到)，它们连同“背”(即22°晕)和卵形晕的上方正切弧(图 199, *g′*, *i*)，形成向日凸出的带形。

③ 这与上述的“背”相同，但和帕利弧(图 199, *l*)在一起，看来状如巨鸟，其爪下攫太阳。

④ 垂直的柱子(图 199, *d*, *e*)。

⑤ 似为豪耳晕上方弧的一部分(图 199, *f*)。

⑥ 各晕上方弧的一部分。

（字义是虹，但此处是晕的别名，即全晕），第十种称为“想”（想象中的云的形状）①。

眡祲负责安定民心的工作，向人民解释上天所要降下的祸福②。他在年初就开始观测，而在年底分析观测结果。

〈眡祲掌十煇之法，以观妖祥，辨吉凶。一曰“祲”，二曰“象”，三曰“鑴”，四曰“监”，五曰“闇”，六曰“瞢”，七曰“弥”，八曰“叙”，九曰“隮”，十曰“想”。掌安宅，叙降。正岁则行事，岁终则弊其事。〉

这就清楚地告诉我们，秦汉时代的星象家曾对日晕感到兴趣，并且把它们仔细地记下来了。这一点，我们从司马迁的简短叙述③中也看得出来，因为《晋书》以及其他后世著作④所用的名词，有六种也见于《史记》。

中国古书⑤时常提到帝尧时天上十日并出的

① 例如，《晋书》所说的猎人状的赤云。参看前面第47，261页。

② 例如，当时确有季节性的流星雨出现。

③ 《史记·天官书》卷二十七第二十九页正反两面提到过日晕，译文见 Chavannes (1), vol. 3, p. 385。

④ 此类名词也见于纬书，如《古微书》所收的《河图纬稽耀钩》卷三十三第一页反面。

⑤ 如《左传》、《竹书纪年》、《离骚》、《庄子》等书。参阅 Granet (1)。

神话，不晓得是不是来源于日暈和幻日①。王充在《论衡》②（约公元80年）中不止一次地论及这个神话。说它来源于日暈和幻日，总比把它联系到一旬十日上去更合乎情理，由此看来，古代讲故事的人也许是让十日同时上场的③。

现在，有时可在飞机上看到完整的彩色环形暈。很早以前在山上就已观察到同样的现象，四川峨眉山的“佛光”光轮在中国是特别有名的④。1177年范成大认识到这完全是一种普通的虹；他认为某些瀑布中的虹彩也属于同一性质⑤。

① 很久以前施古德［Schlegel（7a）］就曾提出这一想法。

② 见《论衡》卷八十四、卷三十二的《对作》、《说日》两篇，译文见 Forke（4），vol. 1，pp. 89，271。有趣的是，王充已得出多出来的日不是真日的结论，不过他的议论价值不大。

③ 令人惊奇的是，一次复杂日暈所出现的幻日竟达十个之多（靠近真日的四个，在90°处的两个，侧日两个，反日一个）。如真日不计算在内，加上豪耳暈最低点的幻日也可凑足十个。

这一节的初稿完成于1954年3月，当时剑桥恰好出现幻日，规模不大，但颇有趣。我们当时正在查阅王充的《说日篇》。

④ 关于“佛光”的描写，可参看 Franck（1），p. 579。这种现象与欧洲的“布罗肯光学奇象”（Brocken Spectre）相似［详见 Pernter & Exner（1），pp. 446 ff.］。最近的记载见 D. M. Black（1）。

⑤ 《吴船录》卷上第十三页反面、第十七页反面和第十八页正面。

六、风和大气

在中国历史上，历代都有测风的记载，文献资料多少有些零碎[1]。《淮南子》(约公元前120年)[2]列出了一年中八种风的“季节”。以后，风的分类更加细致，例如《唐语林》[3](公元1107年收集)和明代叶秉敬的《书肆说铃》就列出了二十四种季节风。东南季风自然早已有了名称[4]——“信风”或“花信风”。在飓风或台风之前出现的一种特别的风，称为“炼风”[5](预风)，等等。

---

① 参阅《图书集成·乾象典》卷六十五至卷六十九，《庶征典》卷六十至卷六十四。

② 《淮南子》卷三第四页正面。

③ 《唐语林》卷八第二十四页正面。

④ 例如《吕氏春秋》卷六十二第一篇；译文见 R. Wilhelm (3), p. 159；程大昌《演繁露》(1175年)一书也有讨论。

⑤ 见九世纪早期孟琯的《岭南异物志》。“风”在原始科学上有许多意义，如道家的“刚风”[本书第二卷第十六章第四节第(1)，(3)小节已讨论过]一词与航空术的史前史有关(见本书第二十七章)。其他的“风”，和“普拉那”相似，又和“气”一样，在医学理论和佛教的发生学中极其重要(分别见本书第四十四章和第四十三章)。

明代的王逵在《蠡海集》中载有用纸鸢测风的实验。这就产生了相风鸟或风标在中国古老到何等程度的问题——看来这不是一种无关重要的问题，因为一切有指针和度数的装置也许以这种简单仪器为最古老，它在自然科学的基本原理上所具有的重要性是无需多说的。在欧洲，看来不可能追溯到雅典的测风塔以前。这个塔上有西拉(Cyrrha)的安德罗尼库斯(Andronicus)所装的风标，年代约为公元前150年[①]。中国的风标应当是和它同时的，因为《淮南子》[②]里提到一种"綄"，汉代注释家说它是"候风扇"[③]。三国以来的兵书称风标为"五两"，是指所用羽毛的重量而言。再晚一些的书说风标作鸟形，例如四世纪中叶的《古今注》就称它为"相风鸟"，这已经是后来常见的名称了。还有一个名称叫作"伣"。中国风标的发明

① 参看 Beckmann (1), vol. 2, p. 281; Hellmann (2)。它与方位盘的发展有密切关系[见 S. P. Thompson (1)]。这几位作者都讨论到希腊和中世纪的风名。参阅本书第二十六章第八、九两节。

② 《淮南子》卷十一第十七页反面。

③ 参阅《论衡》卷四十三[Forke (4), vol. 1, p. 111]。

者被认为是黄帝等传说人物，说法各不相同[1]。

据竺可桢［Chu Kho-Chen (2)］推测，汉代曾有制作风速计的尝试。这种说法的根据是《三辅黄图》（三世纪晚期的书，旧题苗昌言作）中的一段话[2]。此书作者在说到台、榭时写道[3]：

> 汉代的灵台（观象台）建筑在长安西北八里的地方。它之所以称为"灵台"，是因为它最初用于观测阴阳和天体发生的变化，到汉代才开始把它称为清台。郭延生[4]在《述征记》一书中说，王宫之南有一座灵台，高十五仞（＝120尺），灵台的顶上有张衡所制的浑仪。另外还有一只能测量风的青铜鸟（相风铜鸟），它能随风而活动；据说，在刮千里风（很强的风？）的时候，这只鸟就会动起来（仅仅是动，还是动得更快？）。此外，台上还有一个八尺高的铜表，圭长一丈三尺，宽一尺二

---

① 如《事物纪原》卷二第四十六页反面所载。

② 这是竺可桢博士亲自告知的。

③ 《三辅黄图》卷四，由作者译成英文。

④ 这似乎是道家注释家郭象的别号，另有一处也提及此人（卒于公元312年）。他的书显然已散佚。

寸。根据上面的题词，它是太初四年(公元前101年)制造的①。

〈汉灵台，在长安西北八里。汉始曰清台，本为候者观阴阳、天文之变，更名曰灵台。郭延生《述征记》曰，长安宫南有灵台，高十五仞，上有浑仪，张衡所制。又有相风铜乌，遇风乃动。一曰长安灵台上有相风铜乌，千里风至，此乌乃动[1]。又有铜表高八尺，长一丈三尺，广尺二寸。题云："太初四年造"。〉

虽说除风力以外，再也没有别的东西会影响到鸟的运动，可是这段话所提供的证据看来不太明显。普通风标除遇到阵风和狂风以外，是风力愈强愈固定不动的。同书另一处(卷二"汉宫")有关于台顶铜凤的记载，说是"上下有转枢，向风若翔"；这句话暗示转枢和下一层相连，那里可能装有一种机件，以指出——如果不是记录的话——风所引起的转动速度。我们由此想到，转杯风速表就是桨轮的翻版。第一具水轮是在汉代出现的（后面

① 这恰好在落下闳、邓平进行天文学研究及改历之后（参看前面第304页）。

1) 据毕沅校正本，其中"一曰长安灵台上有相风铜乌，千里风至，此乌乃动"一语应是小注，并非正文。——译者

我们还要讨论)[①],这似乎没有什么不恰当。此外,铜风据说有五尺高,作为风标是未免太大了,但作为一种测验风的阻力的机件,则并不过大。如果这种解释是正确的,那末,汉代的风速表就可能是现代四转杯风速表的先驱,因为文艺复兴初期当蒂(Egnatio Danti, 1570年)和胡克(1667年)的风速表是钟摆型的,现在已经不用[②]。

关于龙卷风,杨瑀在《山居新话》(1360年)中有很好的描写:

> 至正八年(1348年)十二月十五日,下午三时左右,有四条黑"龙"从南方云中降到地上来吸水。过了一会儿,又有一条黑"龙"降到东南方,过了相当长时间才消失不见。这一切都是在嘉兴城里看到的。
>
> 〈至正戊子小寒后七日,即十二月望,申正刻,四"黑龙"降于南方云中,取水,少顷又一"龙"降东南方,良久而没。俱在嘉兴城中见之。〉

说到地球大气的作用,我们已经看到过一个认识到它的重要性的例子(前面第132页)。公元

① 本书第二十七章第六节。

② 参看 Cajori (5), p. 47。

400年前后，天文学家姜岌曾解释了为什么太阳在初升和西落时都象巨大的红球，而中午则显得小而色白[①]：

地气不能高高地升到天上。这就是为什么在早晨和傍晚太阳呈红色，在中午呈白色的原因。如果地气能够高高地升到天上，那末，太阳在中午也应该呈红色。[②]

〈地气不及天，故一日之中，晨夕日色赤，而中时日色白。地气上升，蒙蒙四合，与天连者，虽中时亦赤矣。〉

由此看来，他已懂得太阳在低处时，我们看它须通过比高悬空中时更厚的地球大气层。比他早一百年的郭璞说[③]黎明和日没时朦胧如"氛祲"，十一世纪沈括等人[④]用过"浊"、"浊氛"、"烟气尘氛"等词，也都把原因归之于悬浮微粒所造成的雾蒙的大气。

---

① 据《隋书》卷十九第十一页反面；参阅朱文鑫(1)，第108页。

② 由作者译成英文。参阅本书第二卷第十章第五节。

③ 《太平御览》卷七七一第六页反面。

④ 《宋史》卷五十六第二十一页正面。

至于海市蜃楼，明代的陈霆所作的解释[①]本质上是正确的。

七、雷　电

古时中国人把雷、电[②]看作他们想象出来的两种最奥妙的力量——阴和阳——互相冲突的结果，这是很自然的。最广义地说，如果记住了这种理论对自然界正与负的概念（甚至包括电和化合的现象）所作出的贡献，那末，中国这一古老思想是含有巨大的合理因素的[③]。《淮南子》（约公元前120年）书中说：

阴阳彼此相击是产生雷的原因。阴阳互相渗透则产生电[④]。

① 《两山墨谈》卷十一第四页反面。

② 参阅《图书集成·乾象典》卷七十七至卷七十九；《图书集成·庶征典》卷七十四至卷七十五。

③ 关于这一点，可回忆前面的叙述，雷电以及其他气象现象在《易经》中是作为符号来用的（本书第二卷第十三章第七节）。

④ 《淮南子》卷四第十二页反面，由作者译成英文。公元前一世纪的《春秋纬元命苞》（《古微书》卷六第三页反面）有同样的话。我们发现《庄子·外物篇》（卷二十六）和《谷梁传》（引于《太平御览》卷十三第二页反面）中都有同样的思想，因此，此种思想一定是盛行于晚周时期的。

〈阴阳相薄为雷，激扬为电。〉

但这种自然主义的理论并未解除汉代人们的迷信和恐惧，他们按照纤纬的说法，把天空的放电看作对朝廷失政或个人阴过的“天罚”。因此，王充便在《论衡》（公元83年）里发表了一通毫不含糊的自然主义的议论。我们在下面一段话（一篇专谈这问题的文章的一部分）中可以看到他最杰出的地方：

盛夏的时候，雷电带着惊人的力量到来，劈树毁屋，时常把人击死。人们一般以为，劈树毁屋是上天派遣龙出来作事。雷电击死人，是由于被击死的人犯有隐秘的罪恶，例如拿不洁净的东西给别人吃，等等。他们说，雷声隆隆，是上天发怒的声音，就象人狂怒的时候喘气一样。笨的人和聪明的人都这样说，他们都根据人的作法来推断上天的作法，并借以解释所发生的现象。

但是，这一切都是荒谬的说法。雷是由一种特殊的能量（气）和一种特殊的声音产生的。它既劈树毁屋，同时又击死人。这些后果都是在同一时间内发生的。我们怎么能把

劈树毁屋推到龙身上去，而把雷电击人解释成上天在惩罚隐秘的罪恶呢？龙出来作事应该是吉祥的事情，不可能引起灾祸。这在道理上是说不通的，因为两种不同的事物（没有伦理意义的事物和有伦理意义的事物）同时发生而又具有同一声音，那是无法解释的。……

《礼记》上提到过在酒杯上刻着雷的形状。一雷冲出，一雷归入，一雷卷绕，一雷伸直。它们相碰擦就发出声音。它们互相交错碰撞，就发出深沉的隆隆之声。（这一说法是十分正确的。）轰隆的声音是"气"正在射出。如果这种"气"射中了人，人就会死掉。

说实在的，雷是太阳的阳气的爆炸。用下面的事实就可以说明这一点：正月阳气开始上升，我们开始听到雷声；五月阳气占优势，雷就持久而且猛烈；秋冬阳气衰退，雷声便变得微弱了。夏天阳气占支配地位，阴气同它相争雄，结果便发生碰撞、摩擦、爆炸和激射。激射是有害的。人在树下或在屋里，也许会纯粹出于偶然的机会被击中而致死。

怎样才能够验证这一点呢？把一杓水泼

入熔炉里。这时，气就会被激起而象雷一样地爆炸。靠近炉子的人就会被烧伤。我们可以把天地看作是一个熔炉，阳气是火，云和雨是大量的水。因此，就必定会引起强烈的骚动。这样，被击中的人怎能不受到伤害而致死呢？

翻砂工铸铁时，总是用泥土制成模型，干了以后，再让铁水流入模内。不这样做，铁水就会喷溅而射到四周，如果射中人体，就会烧伤皮肤。而熾热的阳气比熔化的铁还要热，爆炸性的阴气比泥土更加潮湿，所以，当阳气击中人时，就会比烧伤更加厉害①。

闪电本质上就是火。这种气烧伤了人，就会留下烙印。如果这种烙印看起来象是文字，人们看见了，就说是上天记下了被雷击

① 我们可以顺便注意到这段话在冶金学上的意义，这说明中国在公元一世纪已有铸铁技术知识，比欧洲早十二个世纪；详见本书第三十章和第三十六章。（近年在河北兴隆县曾发现战国铸范，这说明我国在战国时已有铸铁技术。李约瑟后来在英国皇家学会作题为"中国古代和中古代的钢铁生产"的讲演时，也曾引用此项资料。——译者）

中的人的罪过。这同样完全是胡扯。如果上天用雷闪击死人是为了警告别人，就应该会把字写得整齐清楚，而不会写得模糊不清。可见，雷击的烙印，肯定不是上天所写的字。……①

〈盛夏之时，雷电迅疾，击折树木，坏败室屋，时犯杀人。世俗以为击折树木、坏败室屋者，天取龙；其犯杀人也，谓之有阴过。饮食人以不洁净，天怒击而杀之。隆隆之声，天怒之音，若人之呴吁矣。世无愚智，莫谓不然。

推人道以论之，虚妄之言也。夫雷之发动，一气一声也。折木坏屋，亦犯杀人；犯杀人时，亦折木坏屋。独谓折木坏屋者天取龙，犯杀人罚阴过，与取龙吉凶不同，并时共声，非道也……

礼曰："刻尊为雷之形。一出一入，一屈一伸，为相校轸则鸣。"校轸之状，鬱律㟪垒之类也，此象类之矣。气相校轸分裂，则隆隆之声，校轸之音也。魄然若敹裂者，气射之声也。气射中人，人则死矣。

实说雷者，太阳之激气也。何以明之？正月阳动，故正月始雷。五月阳盛，故五月雷迅。秋冬阳

① 《论衡·雷虚篇》卷二十三，由作者译成英文，借助于 Forke（4），vol. 1，p. 285；Hughes（1），p. 324。

衰，故秋冬雷潜。盛夏之时，太阳用事，阴气乘之。阴阳分争，则相校轸，校轸则激射。激射为毒，中人辄死，中木木折，中屋屋坏，人在木下屋间，偶中而死矣。

何以验之：试以一斗水灌冶铸之火，气激襞裂，若雷之音矣。或近之，必灼人体。天地为炉，大矣。阳气为火，猛矣。云雨为水，多矣。分争激射，安得不迅？中伤人身，安得不死？

当冶工之消铁也，以土为形，燥则铁下，不则跃溢而射。射中人身，则皮肤灼剥。阳气之热，非直消铁之烈也。阴气激之，非直土泥之湿也。阳气中人，非直灼剥之痛也。

夫雷，火也。火气剡人，人不得无迹。如炙处状似文字，人见之谓天记书其过以示百姓，是复虚妄也。使人尽有过，天用雷杀人；杀人当彰其恶，以惩其后，明著其文字，不当闇昧……夫如是，火剡之迹非天所刻画也。〉

读到这里，我们不禁想起卢克莱修 (Lucretius) 的类似的话：

啊，梅米乌斯，他
看穿了那雷霆闪电的天然性质！
这是盲目的力量留下的痕迹，

每一考验都由它而生。啊，请不要去翻
那艾特鲁利亚[1)]人宣示天意的抄本，
问它是神的隐秘的意志……
抑或是预兆未来的灾异。……①

汉代其他学者如桓谭（公元30年以前）等也曾极力主张同样的看法②。

在这以后的几百年间，否认雷电具有预兆的性质已成为持怀疑论的理学家们的口头禅。在十一世纪早期，著名诗人苏东坡的父亲苏洵提到过一种民间信仰，这种信仰认为雷击是对不孝行为的惩罚；他说他觉察到雷并没有惩罚一切应受惩罚的人的作用，并且它显然也没有那样做③。在同一世纪中，大约在1078年，沈括也描写过闪电的某种效应，他写得那样细致，简直象是为《自然》(*Nature*)杂志写的专栏文章。他写道：

李舜举的家曾被雷电所击中。当时屋簷

---

① 这段话出自 *De Rerum Natura*, VI, pp. 379 ff.。关于艾特鲁利亚人的闪电卜，见 Bouché-Leclercq (2); R. Berthelot (1)。

② 《太平御览》卷十三第八页正面。

③ 参看 Forke (9), p. 139。

1) 艾特鲁利亚是意大利北部古国名。——译者

下闪烁着明亮的火光。人们都以为堂屋已被焚毁,屋里的人也都赶紧跑出来。雷停之后,房屋依然完好,只是墙壁和窗纸都变黑了。在木架上,有几个镶着银口的涂漆容器被雷击中,上面的银全部熔化流到地上,而漆却一点也没有烧焦。有一把用坚硬的钢制成的宝刀也熔化成液体,而宝刀旁边的东西却完好无损。人们一定认为草木之类的东西应当先着火,然而这里却只有金属熔化了,而草木并没有损伤。这是一般人所不能理解的。佛书上说,“龙火”在遇到水时烧得更加猛烈,而“人”火遇到水就会熄灭①。大多数人只能根据日常生活的经验来判断事情,而超出这个范围的现象确实是大量存在的。仅仅用一般常识和主观想法去探讨自然科学原理,是多么不可靠啊。②

---

① 这不可能是从关于拜占廷“希腊火”的老说法来的吗?本书第三十章将说明,中国在公元十、十一世纪中曾广泛使用“希腊火”或类似的东西。

② 《梦溪笔谈》卷二十第十则。参阅胡道静(1),下册第656页。

〈内侍李舜举家曾为暴雷所震。其堂之西室，雷火自窗间出，赫然出檐。人以为堂屋已焚，皆出避之。及雷止，其舍宛然，墙壁窗纸皆黔。有一木格，其中杂贮诸器，其漆器银釦者，银悉鎔流在地，漆器曾不焦灼。有一宝刀极坚钢，就刀室中鎔为汁，而室亦俨然。人必谓火当先焚草木，然后流金石，今乃金石皆铄，而草木无一燬者，非人情所测也。佛书言："龙火得水而炽，人火得水而灭。"此理信然。人但知人境中事耳；人境之外，事有何限，欲以区区世智情识，穷测至理，不其难哉。〉

以后的几百年中，也有同样正确、客观的叙述，如1360年左右杨瑀的著作就是①。但关于雷电的真正性质的说明，则有待于文艺复兴后科学高潮的到来②。

八、北　极　光

中国历史记载中有一些关于"光异"和"五色

---

① 《山居新话》第五十页反面［译文见 Franke (2), no. 137］。

② 关于新石器时代的石斧("雷斧")与陨石相混淆的问题，前面已谈到一些(前面第634页)。

光”等的叙述[①]，看来只能解释为对极光的观测。毕瓯[E. Biot (14)]从《文献通考》和《续文献通考》中搜集到40条，《图书集成》中约有60条[②]。最早的是公元前208年，最晚的是公元1639年。《开元占经》(718年)卷二引汉代预言家京房的《妖占》等佚书中的话，提到公元前193年至前154年有“光异”大规模出现，据说这种光异和地震一样，是由于阴气太盛的缘故。中国的观测结果还没有编制出完整的一览表[③]，因为过去并未清楚地认识到这类现象实质上是同一种东西，因而有好多种名称，如“赤气”、“北极光”等等。因此，必须由汉学家和气象学家合作，对大量的文献进行研究。例如，我们已经注意到，《新唐书·五行志》有一条关于公元882年出现紫色北极光的记载[④]，但类书的表中似乎并没有把它列入。有一次较早

---

① 参看前面第46，260，736页关于《左传》、《周礼》所载观测者的职责的话。

② 《图书集成·庶征典》卷一〇二。

③ 但可参阅神田茂(2)；Kanda (1)。不过，他引用并翻译伏侯的一段话都是错误的。

④ 《新唐书》卷三十四第十一页反面：“中和二年七月丙午夜西北方赤气如绛，际天。”译文见 Pfizmaier (67)。

的北极光，即公元763年那一次，闪烁的红光笼罩整个北方天空①，这次极光在爱尔兰和安格鲁撒克逊人的史书里也有记载。中国最古老的记载②中有一条是公元前30年的，说当时“夜有黄白光十余丈，明照地。或曰‘天裂’，或曰‘天剑’”。这种命名很新奇，使人联想到亚里士多德（他在《气象学》③一书中曾谈到北极光）所谓的 *Χάσματα*（裂罅）；但是，如果说这两个名称之间有什么关系，那是难以令人置信的④。当然，关于这种现象，直到近代才有可能作出解释。至于北极光和太阳

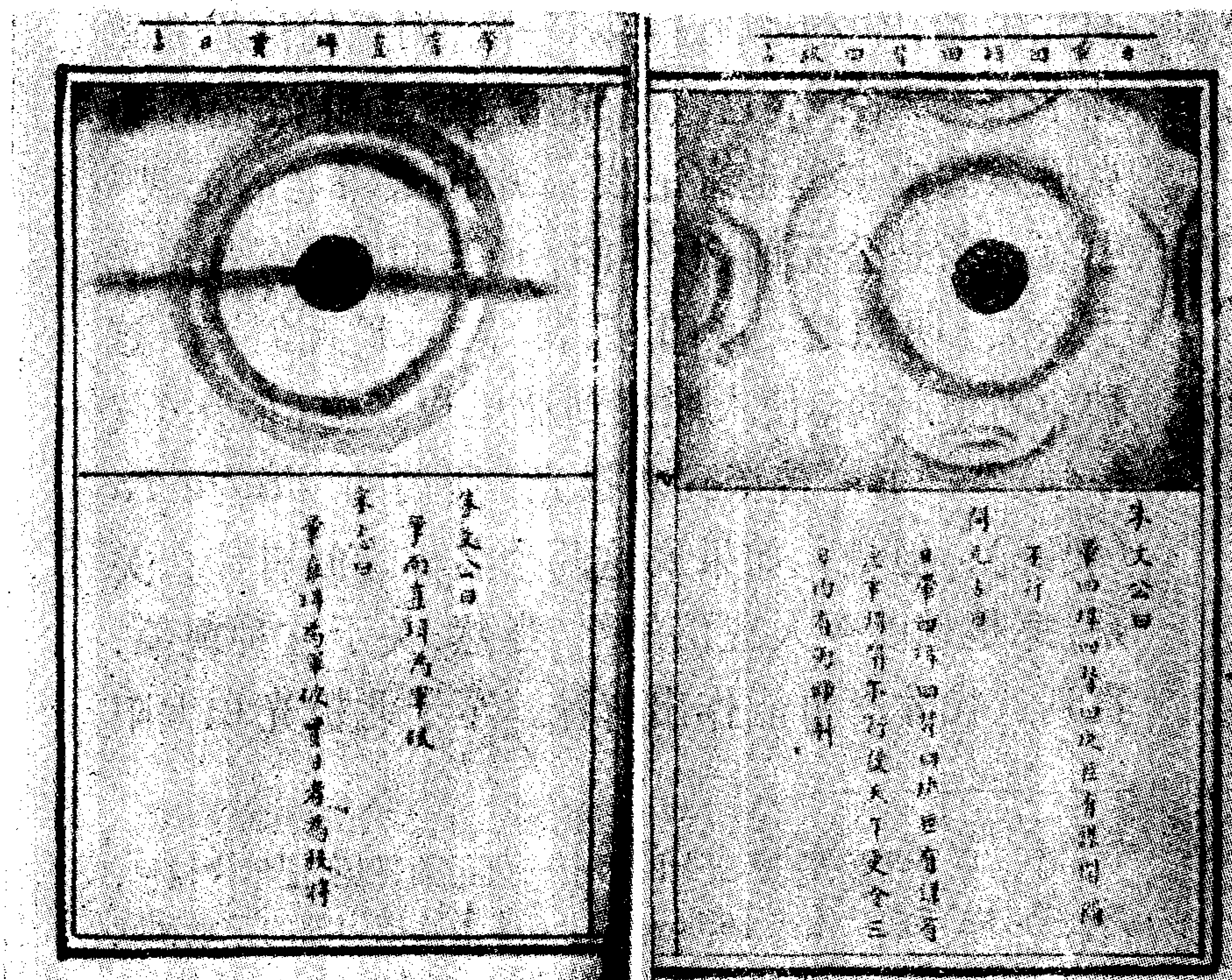
---

① 见《新唐书》卷三十四第十一页正面，但所记年代较早，是公元762年底。索夫 [Schove (1, 6)] 开始把中国的记载和欧洲的对照起来。参阅 Størmer (1)。

② 《伏侯古今注》，收在《玉函山房辑佚书》卷七十三第五十页反面；《太平御览》卷二引。公元140年成书。书中的记载没有和《前汉书》所记年代完全相合的，但前一年（公元前29年）正月曾有“神光”，“并见三辅”（卷十第三页反面）。看来伏侯是算错了一年。“天裂”一名至少可追溯到公元前一世纪，因为《晋书》（卷十一第七页正面）所引刘向的话中有此名称。

③ 参看 *Meteorologica*, I, 5, 324。亦可参阅 Seneca (Clarke & Geikie tr., p. 38)。

④ 感谢塞洛利亚（Francis Celoria）先生使我们注意到这两个名称的相似。



(1) (2)

图200 明仁宗朱高炽《天元玉历祥异赋》(1425年)说明幻日现象的两页(剑桥大学图书馆藏)

图中文字:

(1)晕有直珥贯日占——朱文公曰:“晕而直珥,为晕破。”《宋志》曰:“晕直珥,为晕破。贯日者为杀将。”

(2)日晕四珥四背四玦占——朱文公曰:“晕四珥、四背、四玦,臣有谋,闭关不行。”《开元占》曰:“日晕四珥、四背、四玦,臣有谋,有急事,闭关不行。使天下更令。三日内有雨即解。”

由此看来,虽然动机往往在于占星,但对日晕的观测都极精确。在这两个图中,幻日环、22°晕、46°晕和多种正切弧都清晰可辨

黑子的密切关系,从1859年以后人们就已经认识到了。

九、潮　汐

在近代以前，中国对潮汐现象的了解和兴趣总的说来是多于欧洲的。 正如人们通常指出的，这大概是因为地中海的潮汐较微弱，未能引起古代博物学家的注意。可是中国海岸却有相当大的潮汐,例如,长江口外的大潮高达12尺。此外,中国



图201　杭州附近的钱塘江潮(比尔摄)

还拥有世界两大观潮胜地之一，即杭州附近的钱塘江(图 201)，另外一个胜地是亚马逊河北河口，那里距离任何文明古国都是很远的。赛汶河[1]的潮汐要小得多，因此从很早的时候起，这种显然和一般海潮同类、但给人印象却极为深刻的自然现象，便引起了中国思想家们的兴趣，因而对它作出了解释①。我们全靠慕阿德的一篇关于钱塘江潮和中国潮汐理论史的专门论文[A. C. Moule (3)]，才知道这些事情。这篇论文列举了各种描写钱塘江潮的书②，其中最新的是恰特莱的著作[Chatley (22)]。据我所知，中国中世纪的钱塘江潮图已经

① 日本海的海啸要可怕得多，并且具有破坏性，中国人对它自然是不熟悉的。不过，施古德 [Schlegel (7r), p. 50] 指出，《海内十洲记》(第四或第五世纪)中的话("蓬莱"一节)颇似与日本的海啸有关。无风时浪高百尺，决不会完全出于想象 [参阅贝伦斯坦的描述：Bernstein (1)]。海啸是由水下地震或火山爆发引起的，自然和潮汐无关。海啸在远处也可以感到，《山居新话》第二十六页正面所载 1347 年的一次即如此 [H. Franke (2), no. 64]。

② 例如玛高温的著作 [McGowan (3)]。它的近代科学分析，是 1888 年莫尔 [W. U. Moore (1)] 最先作出的。参阅 Moule (15), pp. 19 ff.。

1) 在英格兰威尔斯地方。——译者

没有存世的了，我们在这里复制了麟庆《鸿雪因缘图记》(1849年)中的一幅(图202)①。

潮汐的正常活动自然就是涨水，最初涨得慢，到中等水位时最快，然后逐渐慢下来，达到满潮；

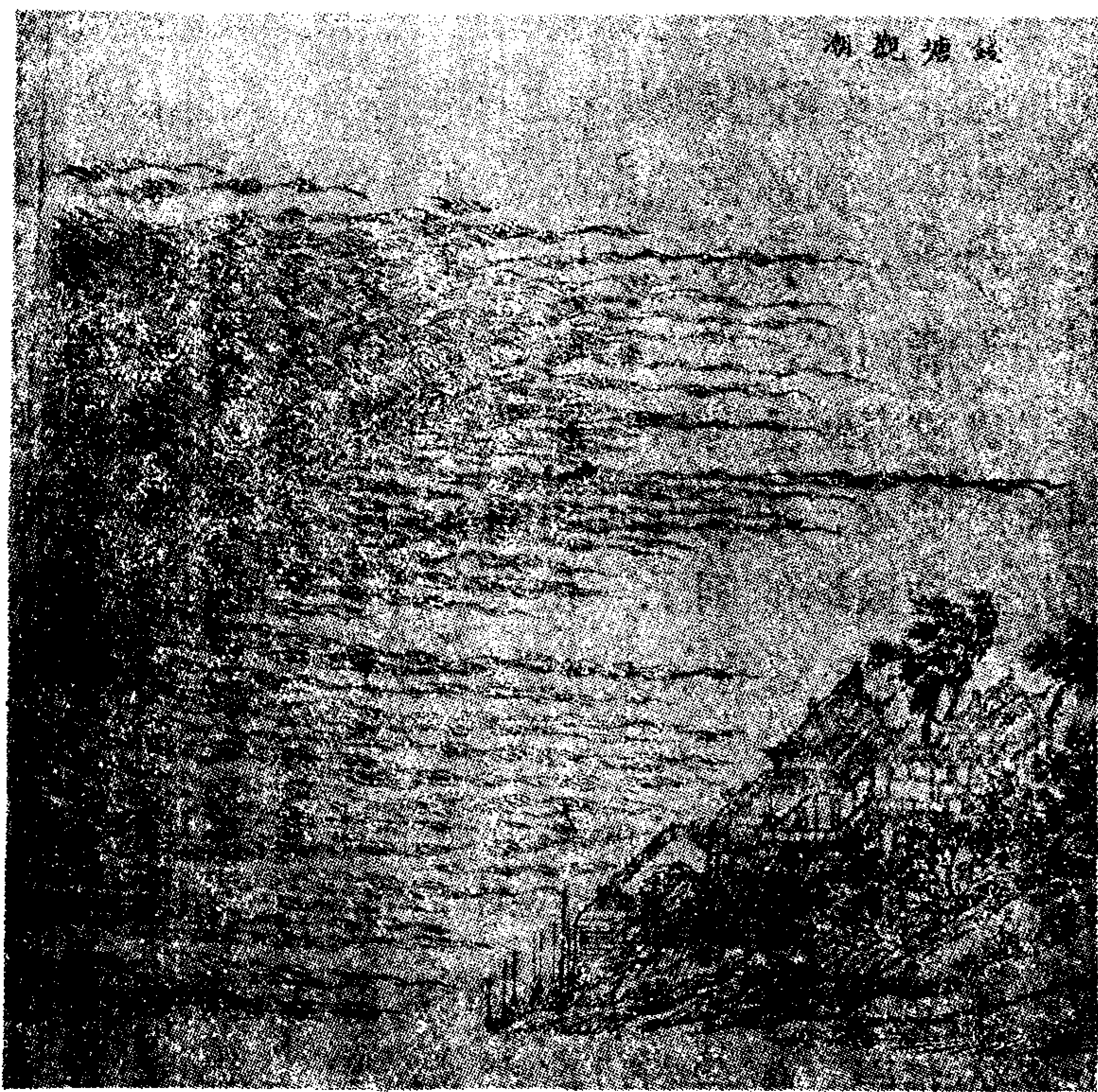


图202　麟庆《钱塘观潮图》(采自《鸿雪因缘图记》，1849年)

① 麟庆是水利和水力工程方面的大专家；本书第二十八章第六节讨论这问题时还要提到此人。

然后退潮，回到原来的低水位。从涨到退整个循环约需12小时又25分，这是月球连续两次上下中天之间的间隔时间。涨水的程度，在一个朔望月里以月初为最大，以其后的两周左右为最小。不过，涨潮的幅度、月球上下中天和满潮之间的时间间隔、以及朔望和大潮之间的差距，大都决定于海岸地势、潮汐区域海底轮廓等地理条件。华北的一些地方，每25小时只涨潮一次，而南安普敦[1)]则一天涨四次。当人们从有潮汐的河口——例如长江口或泰晤士河口——溯流而上时，涨潮的时间渐渐缩短，退潮的时间渐渐加长。有一种潮简直是一种极端的例子，几乎在片刻之间便涨到一半①。钱塘江潮的水头平常高约12尺，在最初的一小时内，再继续增高6尺，整个幅度约为20尺。在大海上，潮汐开始的地方波浪速度高达每小时7浬；在内河，涨潮后则产生时速高达10浬的洪流。两波相接处产生高约30尺的壁立的巨浪②，如靠近海岸，便会扫过庞大的海堤。远在海潮到

① 潮汐的理论，见 Doodson & Warburg (1); Allen (1)。

② 参看 Chatley (22)。用“激波”一词似乎更好一些。

1) 南安普敦是英国南部的一个港口。——译者

达之前便听到一种雷鸣般的声音，高潮过去以后，在激流中向上游行驶的木船是很难驾驭的。

关于寻常指潮水的“潮”、“汐”两字，慕阿德[Moule (3)]和吉里斯(Gillis，他本人是海员)曾进行详尽的讨论，前一字指早潮、涨潮或大潮，后一字指晚潮、退潮或小潮。下面我们将看到，这两个词是有些含糊的。不仅如此，它们的字源也很不清楚。翟理斯[Giles (8)]曾注意到古书中有一句常见的话——“朝宗于海”，意思是百川归大海就如同到宫廷朝见一样。因此，慕阿德认为“潮”字不是直接来自表示日出的“朝”(音 zhāo——译者)字，而是间接从写法相同的“朝”(音 cháo——译者)字来的，因为朝廷在清晨举行集会。“汐”和“夕”的关系较为直接，因为这个语音字是表示新月的古象形字。

公元前二世纪早期，就已经知道月望(满月)之日可以看到十分壮观的海潮了。在枚乘[1](卒于公元前140年)的《七发》[2]这篇富有诗意的文章

① 参看 Nagasawa (1), p. 148。

② 《全上古三代秦汉三国六朝文·全汉文》卷二十第六页反面，《文选》卷三十四。

中可以看到：

客人说："我希望在八月十五日与诸侯和来自远方的朋友以及我的兄弟，一道到广陵去观看曲江的海潮。我们到达那里时，潮还没有来到，但仅仅看到水力所达到的地方，便足以使我们震惊了，我们只看到水势如万马奔腾，把一切连根拔起，弄得一片混乱，然后一扫而空。……"①

〈客曰："将以八月之望，与诸侯远方交游兄弟，并往观涛乎广陵之曲江。至则未见涛之形也，徒观水力之所到，则卹然足以骇矣。观其所驾轶者、所擢拔者、所扬汩者、所温汾者、所涤汔者。……〉

但是，他并未讲到潮汐和月亮之间的因果关系；当那患病的太子问客人是什么力量使波涛动起来时，客人答道，这种力不见于记载，然而并非神怪。到了公元一世纪，王充就已在他的《论衡》一书中清楚地指明了潮汐对月亮的依赖关系了。他的整段话提供了一个极其值得注意的例子，说明这位伟大的怀疑论者是怎样把一种民间迷信批驳得体

① 英译文采自 Moule（3）。曲江似在江苏北部长江以北。

无完肤，所以，我希望读者原谅我把它全部引用在这里[1]。伍子胥[2]是封建时代吴国的一位忠臣，公元前484年左右，他被吴王夫差[3]屈杀（或被迫自杀），他的尸体被投入江中。于是民间便出现一种迷信，说是这位大臣的冤魂从此便有规律地驱波逐浪，发出周期性的怒吼和冲击：

故事

（1）据记载，吴王夫差把伍子胥处死，又把他的尸体放在大锅里煮，然后缝入一个大皮袋里，投到江中去。伍子胥心怀愤恨，便冲激江水，使江水激起巨浪，把人淹死。后来在会稽丹徒的大江边和钱塘的浙江边都建了伍子胥庙，以便平息他的愤怒，不再兴风作浪。说吴王把伍子胥处死并投入江中，这是事实，但是说伍子胥心怀愤恨而激水作浪，则是虚构的。

〈传书言：吴王夫差杀伍子胥，煮之于镬，乃以

① 引文中的段落是作者分的。

② G2358。《史记》卷六十六有他的传记。

③ G576。吴王夫差是首倡修建运河的人之一。参阅第二十八章第六节。

鸱夷橐投之于江，子胥恚恨，驱水为涛，以溺杀人。今时会稽丹徒大江、钱塘浙江，皆立子胥之庙，盖欲慰其恨心，止其猛涛也。夫言吴王杀子胥投之于江，实也。言其恨恚驱水为涛者，虚也。〉

矛盾的反证

（2）屈原也满怀愤恨，跳入湘江自杀，但未引起狂暴的波涛。申徒狄跳入黄河而死，也未曾引起波涛。

〈屈原怀恨，自投湘江，湘江不为涛。申徒狄蹈河而死，河水不为涛。〉

反对论

（3）人们肯定会说，屈原和申徒狄的勇猛和愤怒的程度比不上伍子胥。

〈世人必曰："屈原、申徒狄不能勇猛，力、怒不如子胥。〉

驳斥，并引出新议论

（4）但是，卫国把仲子路的躯体用盐腌起来，汉朝把彭越的尸体放在锅里煮。伍子胥的勇猛肯定不会超过子路和彭越。然而，这两人的躯体在大锅里煮时，他们却不能发泄愤怒而使热汤盐水溅污旁边的人。

〈夫卫菹子路，而汉烹彭越；子胥勇猛不过子路彭越，然二士不能发怒于鼎鑊之中，以烹汤菹汁瀋漎旁人。〉

何以直待投入江中才表示愤怒？

(5) 再说，伍子胥是先被放在大锅中煮，然后才投入江中的。当他的躯体在大锅里的时候，他的鬼魂又在干什么呢？为什么他的鬼魂在锅里那样怯懦，而在江中却那样勇猛呢？为什么他的怒气在前后两处并不相同呢？

〈子胥亦自先入鑊，后乃入江，在鑊中之时，其神安居？岂怯于鑊汤，勇于江水哉？何其怒气前后不相副也？〉

究竟是什么江？

(6) 此外，说他被投入江中，那是什么江呢？那里有丹徒的大江，有钱塘的浙江，有吴通的陵江。如果你说是投入丹徒的大江，那末，你就必须说明为什么大江并不起狂暴的波涛。如果你说是投入钱塘的浙江，那末，你就必须承认不仅是浙江，而且山阴江和上虞江也都有波涛。难道你能说是从袋中取出尸体，把他分成三份，在这三条江中各扔一

份吗?

〈且投于江中，何江也?有丹徒大江，有钱塘浙江，有吴通陵江。或言投于丹徒大江，无涛。欲言投于钱塘浙江，浙江、山阴江、上虞江皆有涛；三江有涛，岂分橐中之体，散置三江中乎?〉

在王充看来，这是一个无聊的故事

(7) 如果不共戴天的仇人未死，或者是仇人的子孙还在，被害的人怀着复仇之心，还有些道理。但现在吴国早已灭亡，夫差也没有子孙。过去的吴国现已成为会稽郡。为什么伍子胥的鬼魂还抱着旧恨而继续激起波涛呢?他还想到达到什么目的呢?

〈人若恨恚也，仇雠未死，子孙遗在可也。今吴国已灭，夫差无类，吴为会稽，立置太守；子胥之神复何怨苦，为涛不止?欲何求索?〉

地理学的反对论

(8) 当吴、越两国存在时，现在的会稽分成两半，越国管山阴，吴国则以现今的吴城为首都。余暨以南的土地都属越国，以北的地区属吴国，因而钱塘江形成了两国的国界。山阴江和上虞江都在越国的领土内。因此，

如果伍子胥的愤怒是造成狂波恶浪的原因，那末，这种波涛就应该仅仅在吴国境内为害——为什么会影响到越国呢？为了怨恨吴王而把愤怒同时发泄到越国，这是没有什么道理的，因而也就不能证明一个鬼魂确实能做出这样神奇的事。

〈吴、越在时，分会稽郡，越治山阴，吴都今吴。余暨以南属越，钱塘以北属吴。钱塘之江，两国界也。山阴上虞，在越界中。子胥入吴之江为涛，当自上吴界中。何为入越之地，怨恚吴王，发怒越江？违失道理，无神之验也。〉

精神与肉体作用对比的反对论

(9) 何况，要激起波涛是难事，而要感动人却比较容易。活着的人依靠的是神经的力量，而死去的人则必须利用精魂。伍子胥活着的时候尚且不能感动活人来保护他自己的身体，以致于自己寻死(吴王赐剑让他自杀)。那末，当神经的力量已经消失，精魂已经飞散以后，他又怎么能够激起波涛呢？

〈且夫水难驱而人易从也。生任筋力，死用精魂。子胥之生，不能从生人营卫其身，自令身死，筋

力消绝，精魂飞散，安能为涛？〉

回到（2）的议论

（10）像伍子胥那样葬身江中的人成千上万——他们乘船渡江而不能达到彼岸。但只有伍子胥一个人的尸体曾经先放在锅中煮过。尸体都煮烂了，又怎么能够为害呢？（他甚至还不是直接被投入水中的。）

〈使子胥之类数百千人，乘船渡江，不能越水。一子胥之身，煮汤镬之中，骨肉糜烂，成为羹葅，何能有害也？〉

类似的传说[1]

（11）周宣王曾经杀了他的大臣杜伯，燕简公曾经杀了他的臣子庄子义。几年以后，杜伯的厉鬼射死了宣王，庄子义的厉鬼害死了简公。尽管这两个故事初看起来好像有点道理，但实际上完全是虚构的。即使假设这两个故事是真有其事，那末，伍子胥既然已经煮烂了，没有完整的身体，他也就不可能象杜伯、庄子义所做的那样来报复吴王夫差。因

---

① 参阅《墨子》卷三十一，译文见 Mei (1), p. 161。

此，怎么能认为他能够激起报仇的波涛？又怎能认为波涛可作为伍子胥有灵的证据呢？

〈周宣王杀其臣杜伯，燕简公杀其臣庄子义，其后杜伯射宣王，庄子义害简公，事理似然，犹为虚言。今子胥不能完体，为杜伯、子义之事，以报吴王，而驱水往来，岂报雠之义，有知之验哉？〉

（12）麻烦的是，有些民间故事虽然不真实，但却用各种图画表现出来了，这样，就连学者和聪明人也被它们迷惑了。

〈俗语不实，成为丹青，丹青之文，贤圣惑焉。〉

科学的看法

（13）其实，地上有河流，就象人身上有血管一样。当血液通过血管流动时，血管按照自己的次数和节拍脉动与静止。河流也是这样。河水的涨落与进出，就象人呼吸时吸入与呼出空气一样①。

天地的自然进程从上古以来就是这样，并没有改变。《书经》上说："长江与汉水一起流入海中"，那是尧舜（传说中的皇帝）以前

① 这是大小宇宙相似论（参阅本书第二卷第十三章第六节）。欧洲也有人主张潮汐呼吸说；参看后面第 785 页。

的事。当这两条江河的水流入海中时，一般只是水流较急而已，但当海水流入三江（即上述钱塘江，山阴江和上虞江）时，潮水开始咆哮汹涌，这无疑是因为河道小浅而狭窄的缘故。

〈夫地之有百川也，犹人之有血脉也。血脉流行，汛扬动静，自有节度，百川亦然，其朝夕往来，犹人之呼吸气出入也。

天地之性，上古有之。经曰："江汉朝宗于海"，唐虞之前也。其发海中之时，漾驰而已；入三江之中，殆小浅狭，水激沸起，故腾为涛。〉

有潮的江的另一例；参阅（6）

（14）广陵曲江也有巨大的波涛。诗人写道："长江浩洋，曲江有涛。"这肯定是由于河道狭窄、障碍物多所致。要是吴国杀害了伍子胥之后，他的鬼魂却跑到广陵去掀起狂暴的波涛，那肯定不能说明他的鬼魂有知（在那里无害于吴）。

〈广陵曲江有涛，文人赋之："大江浩洋，曲江有涛"，竟以隘狭也。吴杀其身，为涛广陵，子胥之神，竟无知也。〉

一般的濑如何?

(15) 溪流深则水流平缓,溪流浅而砂石多则水流急而翻腾不已。潮水和急流几乎是同一种东西。如果说是伍子胥掀起海潮,那末,又是谁呆在河里并使河水急急向下流去呢[1]?

〈溪谷之深,流者安洋。浅多沙石,激扬为濑。夫涛濑一也,谓子胥为涛,谁居溪谷为濑者乎?〉

寻常风暴又如何?

(16) 此外,有时风暴也在三江兴起波涛,使人溺死。难道伍子胥的鬼魂也是造成大风的原因吗?

〈三江时风,扬疾之波,亦溺杀人,子胥之神,复为风也?〉

起作用的位置

(17) 不仅如此,我认为,当波涛进入钱塘江口的三江时,沿岸波涛汹湧,而江中心却无声无息。因此,如果波涛是伍子胥所造成,那末,他的尸体必然以某种方式聚集在两岸

---

① 请再次注意王充对海底和河口海底的形状所起作用的估计。

的岸边。

〈案涛入三江，岸沸踊，中央无声。必以子胥为涛，子胥之身，聚岸漼也。〉

月球是问题的答案，参阅（13）

（18）最后，波涛的兴起是随月亮的盈亏、大小、圆缺而有所不同的。如果是伍子胥掀起波涛，那末，他的愤怒必定是受到月亮的盈亏的控制了！①

〈涛之起也，随月盛衰，小大、满损不齐同。如子胥为涛，子胥之怒，以月为节也！〉

这样，王充在根据潮汐与月亮的关系，对世代相传的冤魂为厉说给以致命的一击之前，已围绕着它从不同的角度伺隙予以打击了。

最早提到钱塘江的防波堤，是在王充所处的时代。和王充同时代的华信，在公元84年至87年间当过这个地区的地方官，大概就是他第一个组织人力建造了充分坚固的海堤②。

---

① 《论衡》卷十六《书虚》，由作者译成英文，借助于 Forke (4), vol. 2, pp. 247 ff.; Moule (3), p. 149。

② 《后汉书》卷一〇一第十页反面；《太平寰宇记》卷九十三；《通典》卷一八二第九六六页。

正如我们所看到的，在王充的意想中，一定是把月亮对海潮的影响和一种以小喻大（即小世界与大世界相似）的呼吸说结合起来了。但是他那个时代，这种自然主义的见解必须同其他较原始的见解进行争辩。《山海经》[①] 说，潮汐是海鳝或鲸鲵出入巢穴所引起的[②]。佛书用它们的龙神(Nāgas)的故事助长了这一想法。然而三世纪时，杨泉在《物理论》[③] 中以月纯属水之说而再度肯定了月亮对潮汐的影响，说潮汐的大小和月亮的盈亏是相应的[④]。和他同时代而年纪大一些的严畯，曾写出了第一篇专讲潮汐理论的文章。杨泉的见解在四世纪早期受到葛洪的支持，葛洪在《抱朴子》里说：

---

① 一般认为此书是西汉的著作，以战国时的材料为中心铺叙而成，其作者也许可以追溯到邹衍的学派。

② 今本《山海经》似乎没有这一段（参阅《通检丛刊》有关部分），但晋代（公元三世纪）周处《风土记》等书曾引用它，参看慕阿德著作 [Moule (3), p. 148] 中伯希和的注；亦可参看《太平御览》卷六十八第四页反面。

③ 前面第 110 页已提到过。

④ 在西方汉学家中，注意到这段话的似只有克拉普鲁斯 [Klaproth (1)]，他是从俞安期的类书《唐类函》的引文中找到的。

海潮随月亮的盈亏而涨落，早晨来的叫“潮”，傍晚来的叫“汐”。月亮的影响产生了潮水，因此，月圆时“潮”也大。[①]

〈潮者，据朝来也；汐者，言夕至也。一月之中，天再东再西，故潮水再大再小也。〉

葛洪进一步把四季中太阳（还有月亮）的位置同四季中潮汐的情况联系起来，但结果不很成功[②]。他还提出过一种怪论，说银河每日随天旋转，下通大海，潮汐就是因为银河“激涌”而形成的。看来他头脑中所想到的是用附在轮边的吊桶提水的戽水车或水轮[③]。在第三段话里，他强调江和江口的地势和构形对钱塘江潮的重要性，并嘲笑了伍子胥的故事。他说，这种现象远在吴王和他的那位

① 《抱朴子》一书尚无索引，我们找不到这段话的确切出处，但《太平御览》卷六十八第五页反面引有此条，译文采自 Moule (3)。

② 葛洪说，潮汐夏季大于冬季，这只在白天才是如此。因此，他的说法当然是潮水在春季逐渐大起来，在秋季逐渐小下去。他在联系到季节时，曾引用古代算错了的日地距离。参阅第十九章第三节第（1）小节，以及本卷前面第 128，195 页。

③ 参看本书第二十七章第五节。这段话可作为葛洪所处的时代已有戽水车的证据。

大臣闹翻以前，从开天辟地以来便已存在了。

下一步的进展是在唐代完成的。著《海涛志》（或《海峤志》，约770年）的窦叔蒙，似乎是使月亮影响潮汐说具有某些科学内容的第一批人之一。他说，当月球通过析木、大梁时则水涨。我们记得，这是十二岁次（赤道上诸宿分为十二个部分）中的两个名称，分别与秋分点和春分点相当①。窦叔蒙显然已经想到，引起潮水涨落的实际上是月球。他说过，“一晦一明，再潮再汐”②，无论如何，他对于每月的大潮和小潮是明了的。

在这以后的几十年间，封演的《见闻记》(800年）精确地记述了涨潮时间逐日的变化。李吉甫在《元和郡县图志》(814年）中写得同样精确，他说潮水在朔望月初十和廿五日最小，初三和十八日最大。这特别是指他绘图说明的钱塘江潮而言。公元850年出现了一篇有名的文章，即卢肇的《海潮赋》③。我们从这篇赋里知道，当时已经使用了

① 参阅前面表34。亦可参阅 de Saussure (16a)。

② 后世常引用窦叔蒙的话，赵彦卫《云麓漫钞》等宋代的书及其他一些书均略有提及。

③ 见《图书集成·山川典》卷三一五第六页反面。

正规的潮汐表(涛志),并且完全承认了小潮和上、下弦月的关系。同时,假如呼吸说可以用在"元气嘘吵"这一较含糊的概念上的话,那末他的说法对这种学说还保留着一些从属关系。不过,他提出了一个新的论题[1],认为太阳也和潮汐有关,他说,产生海潮的是日,而决定潮的大小的则是月("海潮之生兮自日,而太阴裁其大小也")[2]。我们后面会看到,他的文章后来常被人引用[3],也常受人批评。

他思考的时候,当然不曾用太阳对水的万有引力这样的字眼,而是想象每当白热的太阳进入水中时,便出现一种周期性的爆发,因而便产生了潮汐波。由于卢肇心里放着这种根本错误的理论,就难怪他认为月亮(阴力)距离太阳(阳力)愈远,潮水便会愈大了——这一结论恰好同我们今

---

① 这也许是葛洪见解的发展。

② 现在我们当然知道这是正确的,太阳和月亮的引力约为3与7之比。

③ 例如宋代的《就日录》,作者姓赵,署名"灌园耐得翁"。此书论及潮汐之处颇多,在《说郛》卷十四第三页正面有摘要。

天所了解的真相相反[1]。

公元900年左右，邱光庭在《海潮论》中采取另一观点，这篇文章写成两个人物——东海渔翁和西山隐者——对话的形式。他认为把海、陆都想象为能胀能缩，并且不存在水平面的差异，是荒谬可笑的；他认为，事实是陆地随着宇宙的呼吸作用而作周期性的升降。

余靖的《海潮图序》(1025年)有显著的进步。这篇文章[2]的目的似乎是在介绍著名匠师燕肃[3]的《海潮图论》，至成书时，燕肃已研究海潮十年。余靖确定，春夏间日潮 (day tide) 较大，秋冬间夜潮 (night tide) 较大。他也晓得潮汐与朔望的关系。后人曾辗转引用燕肃书中最要紧的几段话[4]。

---

① 最大的潮发生在太阳引力和月球引力向同一方向牵引时。

② 《潮说》是时代大致相同的另一著作，因为它的作者张君房既是杭州官吏，又是编《云笈七签》的著名道家(见《默记》第五十九页正面)，令人颇感兴趣。

③ 参阅前面第363页及本书第二十七章第三节。

④ 特别是姚宽（同一世纪，稍晚）的《西溪丛话》。潜说友《咸淳临安志》(1274年) 又引自此书。慕阿德 [Moule (3)] 的译文即以此为依据。

下面是其中的一段:

元气(原始的力)总是一呼一吸的,天随着元气而膨胀和收缩[1],而海潮又随着天而上涨和退落。由于太阳是众阳之母,而阴又是从阳产生的,所以海潮从属于太阳;由于月亮是太阴之精华,而水又属于阴,所以海潮随着月亮的运动而变化。由于这个原因,海潮随着太阳而与月亮相适应,应付着阴的运动而又从属于阳,朔、望的潮水最高,然后随着月亮的盈亏而减退,在上下弦时达到最低,然后又恰好在朔、望之前升到最高。这就是海潮有大有小的原因。

现从初一夜半子时(夜间11时到1时)开始,在地的子位4.165刻处涨潮[2]。当月亮在地的辰位离开太阳,每天推移3.72刻(即恰好与月亮相对于太阳的位置所到达的位置相吻合)就相应地涨潮。月圆以后,它继续向

① 这里人们不禁要联想到古代盈虚消长的理论(第十章及第十六章)。

② 一刻略少于15分,因为昼夜十二时辰共有100刻,而不是96刻。

东移动，这时潮就由太阳来控制，而移向西与它相适应，直到下一个初一子时4.165刻，日、月、潮水才又重新会合在子位。因此，我们知道，潮由太阳控制而转向西，这样，当月亮在子时（约在半夜）或午时（中午）接近上中天时，肯定会达到最高的大潮，当月亮在卯时（约午前6时）或酉时（约午后6时）上中天的时候，肯定是最低的小潮。在时间上可能稍早一点或稍晚一点，但整个来说，潮水的涨落和大小是不会错过固定的时间的。①

〈大率元气嘘翕，天随气而涨敛，溟渤往来，潮随天而进退者也。以日者，众阳之母，阴生于阳，故潮附之于日也。月者，太阴之精，水乃阴类，故潮依之于月也。是故随日而应月，依阴而附阳，盈于朔望，消于朏魄，虚于上下弦，息于辉朒，故潮有大小焉。

今起月朔夜半子时，潮平于地之子位四刻一十六分半，月离于日在地之辰，次日移三刻七十二分，对月到之位，以日临之次，潮必应之。过月望，复东行，潮附日而又西应之，至后朔子时四刻一十六分半，日、月、潮水俱复会于子位。……是知潮常附日而右

① 译文采自 Moule（3），经作者修改。

旋，以月临子午，潮必平矣。月在卯、酉，汐必尽矣。或迟速消息之小异，而进退盈虚，终不失其期也。〉

这一段话虽说写得有些费解，但从内容看来，十分明显，在十一世纪早期已经作了观测的尝试，并且结果十分精确。同样明显的是，当时显然已经注意到天体的“影响”。这些话究竟同用“万有引力”这类术语表达的说法接近到什么程度，要看我们怎样对所用名词加以解释。例如，大致同时代的张载（理学家）说，月的“精”是一种向四周放射的“精”，水的“相感”是水的感应[①]。上面引的那段话所说的时间——夜半过两分，怎么会精密到如此，我们是不清楚的，但朔望之际月球上下中天则确实是在夜半左右。上中天的时间平均每天变动56分，也差不太远[②]。燕肃的著作一部分就是由详细的宁波潮汐表组成的。

这个时期的其他一些潮汐表是吕昌明编制的（1056年），包括在施谔的《淳祐临安志》[③]中。1368

① 在《正蒙》卷四第六页正面。关于“感应”，见本书第二卷第十三章第七节，以及本书第三十九章。

② 应该是51分。

③ 《淳祐临安志》卷十第五页正面（《指四时潮候图》——译者）。

年成书的《辍耕录》说①，宣昭曾把它刻在钱塘江畔浙江亭的壁间②。大英博物馆所藏的手稿③中，有载明"伦敦桥涨潮"时间的十三世纪潮汐表可与此相比。在欧洲，这是最早的表。

这个世纪的后半叶，沈括曾指摘卢肇的理论把太阳包括在海潮原因之内。《梦溪笔谈》里有以下的话：

> 卢肇说，海潮是由于日出与日没所激发而形成的。这是毫无根据的说法。如果海潮是由于这个原因造成的，那末，它应该是每天都有规律。怎么可能有时早晨来潮，有时傍晚来潮呢？
>
> 我自己曾对海潮的周期运动作了大量的研究，我发现，每当月亮上中天时达到满潮。如果你等候到这个时刻，决不会看不到海潮。这里我所说的是我们海边涨潮的情况；如果远离大海（即自江口上溯，或类似情况），就必须按照地点的不同而推迟来潮的

① 《辍耕录》卷十二第十二页正面。

② 确切的年代不详。

③ 参看 Cotton MSS., Julius D. 7。

时间。……①

〈卢肇论海潮，以谓"日出没所激而成"，此极无理。若因日出没，当每日有常，安得复有早晚？

予常考其行节，每至月正临子午则潮生，候之万万无差。此以海上候之，得潮生之时，去海远，即须据地理增添时刻。……〉

由此看来，1086年沈括给我们今天所谓"港口常规时差"明确地下了定义，即某地理论上的大潮时刻与当地大潮实际出现时刻间的固定差数，换句话说，即大潮在陆地上推迟的程度②。

1124年9月，徐兢为他的《宣和奉使高丽图经》作了序，不过这部书直到1167年才刊行。徐兢在朝鲜新王即位时曾随中国使节去该国，我们在讲到磁罗盘史③时还要提到他的著作，其中与海潮有关的部分，已由慕阿德[Moule (3)]译出，由于他只是啰啰嗦嗦地说燕肃和沈括已经说过的话，这里便不再列举了。

---

① 《补笔记》卷二第三条；参阅胡道静(1)，下册，第931页那一节(其中"此以海上候之"，以下数句，按胡道静《校证》当是夹注——译者)。

② 例如，参看 Barlow & Bryan (1), p. 347。

③ 参看第二十六章第九节。

这样的局面一直保持到十八世纪现代科学传入的时候。在元代，刘基[1]和郑思肖[2]都支持呼吸说。在明代衰落时期，除王逵《蠡海集》[3]中有一些不超过宋代的议论以外，其他议论不多。1781年，俞思谦收集了中古代各著作家的海潮学说，写成《海潮辑说》一书。现在，我们只需要再看一看欧洲潮汐学说的对比发展就够了。

前面已说过，虽然地中海的微弱或不易觉察的潮汐并未使希腊以及希腊化科学家感兴趣而进行研究，但不能说他们不晓得它。欧洲第一次系统地说明月亮对潮汐的影响，实际上还在中国之前[4]。最早的记载中有一项说到红海苏伊士地峡的潮汐，那里水面的变化约达6呎；这是希罗多德[5]（Herodotus，差不多和伍子胥同时）记述的。当邹衍谈论环绕九州的海洋时，马赛的毕特阿斯

① 参看 Forke (9), p. 307。

② 参看黄节 (1)。

③ 《蠡海集》第五页反面和第五十一页反面。

④ 布律内等的著作 [Brunet & Mieli (1)] 有一章专门介绍古代潮汐理论。亦可参阅 Almagia (1)。

⑤ 参看 Herodotus, II, 11。

(Pytheas)正在旧大陆的另一端体验着英吉利海峡的潮汐(约公元前320年)。恰在此时,亚历山大大帝的水兵也到达了卡拉奇附近的印度河口,他们不仅由于有潮汐、而且还由于有某种涌潮而大为惊异①。据亚里士多德的弟子——麦西那的迪凯阿柯斯(Dicaearchos)推测(象较晚的葛洪一样),潮汐的涨落在某种意义上是由太阳造成的。

看来加利斯托斯的安提果努斯(Antigonus,约公元前200年),是第一个主张潮汐主要受月亮影响的希腊人。因此,他的见解和诗人枚乘相似;但是,公元前140年,波斯湾塞琉西亚的"迦勒底人"赛琉古斯②(Seleucos)把潮汐同月的运行联系起来,自此以后进步较快。再过半个世纪,阿帕梅亚的波赛多尼乌斯(Poseidonius,与落下閎同时代③)便说明了朔望大潮、上下弦小潮的规律,以及日和月的联合作用④。我们已经看到,中国人直

① 参看 Bunbury (1), vol. 1, 447。

② 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 183; Tarn (1), p. 43。

③ 参看 Bunbury (1), vol. 2, p. 97。关于他的思想与斯多噶派有机论的全部关系,可参阅 Sambursky (1), pp. 142 ff.。

④ 本书第一卷第528页已提到王充对这些发现的某些方面有所论述。

到唐宋时代才达到这种水平，不过当中国人前进时，欧洲却忘记了已取得的进展（只有拉丁著作家们有时重复一些旧说，并且往往不正确）。自公元前100年起至公元1500年止，除贝德长老(Bede the Venerable，公元700年著称，略早于窦叔蒙)以外，再没有什么成就[1]。贝德和中国人一样为惊人的潮汐现象所激励，他在《论时间计算》(*De Temporum Ratione*)一书中记下了各地的时差，一般地给潮汐作了很好的说明。奇怪的是，关于春分、秋分时的潮汐，他犯了和窦叔蒙一样的错误。

那时欧洲和中国一样，别的学说也正在和月球引力说相对抗。以小喻大的呼吸说——第一次大概是在斯特拉波(Strabo)的书[2]中发现的——在整个中世纪时代大为风行，连达芬奇那样不平凡的头脑都迷上了它，他竟真的想算出宇宙的肺脏的大小。还有一种类似于《山海经》中所载海

---

① 欧洲中世纪流行的关于潮汐的想法，见 Kimble (1), pp. 161—168。

② 参看 *Geographia*, III. 8。

穴[1)]的故事，似乎起源于与王充同时而年纪大一些的地理学家梅拉（Pomponius Mela，公元43年著称），并且有其他地理学家象瓦内弗利德（Paul Warnefrid，卒于797年①）那样的支持者，瓦内弗利德和窦叔蒙是同一世纪的人。这里没有什么思想交流的迹象。

贝德曾隐约提到的“港口常规时差”这一概念，在坎勃雷尼斯（Giraldus Cambrensis）的《爱尔兰地形》(*Topographia Hibernica*，1188年②)一书中完全表达出来了。中国出现这一概念是在1086年。不过说到潮汐表的系统编制，中国人显然早于西方，照我们已见到的说，至少可追溯到九世纪。在十一世纪中，即在文艺复兴时期以前，他们在潮汐理论方面一直比欧洲人先进得多。成为绝大讽刺的是，伽利略曾驳斥开普勒的月球影响潮汐说，竟说月球影响说是一种占星术学说③。

① 参看 Sarton (1), vol. 1, p. 539。

② 参看 Sarton (1), vol. 2, p. 418。

③ 参看 Berry (1), p. 167; Pledge (1), p. 62。

1） 原文是 sea-cavern，意思是海中的洞穴。洞窟或凹处。《山海经》中意义与此相近的名词有“渊”、“大壑”、“汤谷”等，不知作者原意是指哪一个，现在姑且译为“海穴”。——译者

一直到牛顿的时代，真正用引力说明潮汐现象的理论才完成，而被人们所接受。中国古时的观测家们，从来还没有人想到月亮不能对地上的事物起作用——把月亮和大地截然分隔开来的想法是和中国人的整个自然主义有机论的世界观相违背的①。

① 见本书第二卷第十三章第六节。

附录 关于朝鲜

在编写本书的时候，作者及其合作者愈来愈相信在中国文化区内，朝鲜人是若干世纪中对任何科学问题都最感兴趣的。在第二十章中我们提到十八世纪朝鲜人对耶稣会传教士的日晷有兴趣（参看前面第303页），以及朝鲜的一座值得注意的天文钟（前面389页），并且又复制了一幅公元七世纪朝鲜的观测塔图（图118）和一幅朝鲜晚期文献中的彗星图[图184(1)]。在较早的时期，就有不少材料谈到朝鲜，如马端临在他的《文献通考》卷三二五就有关于朝鲜（高句丽）的探讨[约公元1280年，译文见 Hervey de St. Denys (1)]。朝鲜人爱好读书和学习，几乎每条通衢大道都设有学校。公元951年，他们贡献了一定数量的天文占星学著作，包括一部纤纬书《孝纬雌雄图》，原书在中国大概已失传，只在《玉函山房辑佚书》中有零星片断（卷五十八第五十八页正面）。公元1016年，朝鲜使节郭元带回国的有历书和一部医

学著作《圣惠方》，这或者就是现在所谓《圣惠选方》。朝鲜人曾一次又一次地在中国最高学府获得学位，如公元980年的金行成和1021年的康戬。而在后来的年代里，朝鲜的使节求得了地理书，公元1075年，朝鲜王并请中国派医师、药剂师、绘画师和雕刻师到朝鲜去。到了公元十一世纪末，中国与朝鲜的文化关系受到挫伤，这是因为中国怀疑朝鲜人替金人搜集情报。因此，在公元1085和1092年朝鲜使节就没有得到他们所要求的全部书籍，而在公元1080年以前，中国已经不愿意供给地图了[参看第二十二章第四节第(5)小节]，这类地图在过去曾经是爽快地供应的。当十二世纪初宋朝偏安杭州以后，科学的交流减少了，但以后又曾恢复。以后[第二十二章第四节第(5)小节]我们将指出1400年前后朝鲜制图学家的一些突出的成就。

一般论述朝鲜文学史的人[如 Trollope (1)]，都认为《年代历》大概是一部最古老的朝鲜天文学著作，这部书是一位从事历法工作的崔致远(公元858—910年)所著，他在唐代中国的首都学习过。与此同样著名的还有一部是公元十一世纪金

成泽写的《十精历》。公元1708年记录天上异象的《天东象纬考》也是一部重要著作。十九世纪初，朝鲜出现了两个多产的天文学作家，即南秉哲和南秉吉兄弟。有一部关于朝鲜科学史的著作是洪以燮写的 [Hung I-Pyōn (1)]。

—— 第四卷完 ——

参考文献

一、公元1800年以前的中文书籍

（按书名笔画排列）

«一代要记»,佚名,日本,公元十四世纪。

«二程全书», 程颐和程颢, 宋, 1110 年前后(元代谭善心集, 1323 年;明代阎禹锡编, 1461 年)。

«七曜攘灾决(诀)»,金俱吒,唐,公元九世纪 (806 年以后)。

«七曜星辰别行法»,僧一行(相传),唐, 710 年前后(实际上可能较晚)。

«几何原本»(欧几里得著,前六章),利玛窦和徐光启译,明, 1607 年。

«九宫行棋立成»,佚名,唐或五代。

«广雅»,张揖,三国(魏), 230 年。

«广阳杂记»,刘献廷,清, 1695 年前后。

«三国志»,陈寿,晋, 290 年前后。

«三余赘笔»,都卬,明,公元十六世纪后期。

«三才图会»,王圻,明, 1609 年。

«三国史记»,金富轼,朝鲜, 1145 年; 1394 和 1512 年重版。

«大衍详说»,蔡元定,宋, 1180 年前后。

«大戴礼记»,相传为戴德,实际上大概为曹褒编,东汉, 80 年至 105 年之间。

«大宝积经», 541 年译。

«大明会典»,申时行等编,明,第一版 1509 年,第二版 1587 年。

«大清会典», 王安国等多人编, 清, 第一版 1690 年;第二版 1733 年,第三版 1767 年, 第四版 1818 年,第五版 1899 年。

«大方等大集经»,那连提耶舍译自梵文,北周或隋, 566 年至 585 年之间。

«万用正宗不求人全编»,余文台,明, 1609 年。

«小学绀珠»,王应麟,宋,公元十三世纪。

«山海经»,佚名,周和西汉。

«山居新话»,杨瑀,元, 1360 年。

«尸子»,尸佼,相传为周代,即公元前四世纪,但可能是公元三、四世纪的著作。

«六经图»，杨甲，有多种版本，宋代初版，1155年前后。
«六经天文编»，王应麟，宋，1275年前后。
«文子»，辛研（相传），汉或稍晚，但肯定包括有先秦的资料。
«文选»，萧统编，梁，530年。
«文献通考»，马端临，宋，始于1254年前后，1280年前后完成，但到1319年才出版。
«文心雕龙»，刘勰，梁。
«文殊师利菩萨与诸仙所说吉凶时日善恶宿曜经»，不空译，唐，759年，杨景风注，764年。
«方洲杂言»，张宁，明，1430—1470年。
«火龙经»，焦玉，明，1412年。
«火功挈要»，焦勗，明，1643年（与汤若望合作）。
«心斋杂俎»，张潮，清，1670年前后。
«计倪子»，范蠡（相传），周，公元前四世纪。
«天镜»，佚名，梁，公元六世纪。
«天对»，柳宗元，唐，800年前后。
«天问»，屈原，周，公元前300年前后。
«天文志»，蔡邕，东汉，180年前后。
«天文类»，清，1799年前后。
«天文录»，祖暅之，南齐或梁，500年前后。
«天问略»，阳玛诺，明，1615年。
«天学会通»，薛风祚，清，1650年。
«天工开物»，宋应星，明，1637年。
«天步真原»，穆尼阁和薛风祚，清，1646年前后。
«天地瑞祥志»，僧守真，唐，666年前后。
«天文大成管窥辑要»，黄鼎，清，1653年。
«天文大象赋»，李播，隋或唐，公元七世纪初。
«天文要录»，李凤，唐，664年前后。
«天元历理全书»，徐发，清，1682年。
«天元玉历祥异赋»，朱高炽，宋，1425年（未刻印）。
«开元占经»，瞿昙悉达，唐，729年（其中如«六执历»等部分写于718年）。
«元史»，宋濂等，明，1370年前后。
«元经世大典»，元，1329—1331年。
«元秘书监志»，王士点和商企翁，元，1350年。
«云笈七签»，张君房，宋，1025年。
«云溪友议»，范摅，唐，875年前后。
«云麓漫抄»，赵彦卫，宋，1206年。
«艺经»，邯郸淳，三国（魏），公元三世纪。

«五经算术»，甄鸾，北齐，公元六世纪。
«五经类编»，周世樟，清，1673 年。
«五礼通考»，秦蕙田，清，1761 年。
«五星行度解»，王锡阐，明，1640 年。
«太玄经»，扬雄，西汉，公元前 10 年前后。
«太白阴经»，李筌，唐，759 年。
«太平御览»，李昉编，宋，983 年。
«太平寰宇记»，乐史，宋，976—983 年。
«太乙金镜式经»，王希明，唐。
«历算书目»，梅文鼎，清，1723 年。
«历算全书»，梅文鼎，清，1723 年。
«历法西传»，汤若望，清，1656 年。
«历象考成»，梅瑴成和何国宗编，清，1713 年(1723 年)。
«历代钟鼎彝器款识法帖»，薛尚功，宋，公元十一世纪。
«历代论天»，杨超格，清，1790 年。
«历代通鉴辑览»，陆锡熊编，清，1767 年。
«历体略»，王英明，明。
«历测»，魏文魁和魏象乾，明，1631 年。
«历元»，魏文魁和魏象乾，明，1631 年。
«日闻录»，李翀，元，1380 年前后。
«中西经星同异考»，梅文鼏，清，1723 年。
«水经»，桑钦，相传为西汉，但可能是三国的著作。
«水经注»，郦道元，北魏，公元五世纪后期或六世纪初。
«见闻记»，封演，唐，800 年。
«书经»，佚名。
«书肆说铃»，叶秉敬，明。
«公羊传»，相传为公羊高所作，但更可能是公羊寿的著作，周，公元前三世纪末期到前二世纪初(秦汉有增补)。
«公孙龙子»，公孙龙，周，公元前四世纪。
«月令»，佚名，周，公元前七世纪至前三世纪之间。
«风俗通义»，应劭，东汉，175 年。
«勿庵历算书目»，梅文鼎，清，1702 年。
«孔丛子»，孔鲋(相传)，据说成于东汉(但可能更晚一些)。
«孔子家语»，王肃编，东汉(更可能是三国)，公元三世纪初。
«汉武帝内传»，佚名(可能是葛洪)，晋，公元四世纪(至迟在隋以前)。
«立世阿毗昙论»，佚名，印度，558 年译成中文。
«玄中记»，郭氏，年代未定，在宋以前，可能是公元六世纪。

«礼记»，相传为戴圣编，实际上为曹褒编；相传编于西汉，公元前 70—50 年，实际上编于东汉，80—105 年间。
«永乐大典»，解缙编，明，1407 年。
«玉海»，王应麟，宋，1267 年(元代 1351 年出版)。
«玉堂嘉话»，王恽，元，1288 年。
«正蒙»，张载，宋，1060 年前后。
«世说新语»，刘义庆，刘宋，公元五世纪。
«古微书»，孙瑴(明)编，年代未定，部分为西汉著作。
«古刻丛钞»，陶宗仪，明，公元十四世纪。
«古今律历考»，邢云路，明，1600 年前后。
«左传»，左邱明(相传)，周代末期。
«左传补注»，惠栋，清，1718 年
«石林燕语»，叶梦得，宋，1136 年。
«东坡全集»(七集)，苏东坡，宋，直到 1101 年，但集成书较晚。
«东宫故事»，张敞，西汉，公元 48 年以前。
«东西洋考»，张燮，明，1618 年。
«北史»，李延寿，唐，670 年前后。
«北齐书»，李德林和李百药，唐，640 年。
«北堂书钞»，虞世南，唐，630 年前后。
«北斗七星念诵仪轨»，僧一行，唐，710 年前后。
«旧唐书»，刘昫，五代，945 年。
«归潜志»，刘祁，金，1235 年。
«归田录»，欧阳修，宋，1067 年。
«史记»，司马迁和司马谈，西汉，公元前 90 年(公元 1000 年前后初版)。
«四门经»，景净译(大概译自康居文)，唐，780 年前后。
«四民月令»，崔寔，东汉。
«四元玉鉴»，朱世杰，元，1303 年。
«四朝闻见录»，叶绍翁，宋，公元十三世纪初期。
«仪象考成»，戴进贤、鲍友管、刘松龄、傅作霖，清，1744 年。
«尔雅»，佚名，周代的资料，秦或西汉成书(郭璞增订注释，300 年前后)。
«圣寿万年历»，朱载堉，明，1595 年。
«发微论»，蔡元定，宋，1170 年前后。
«发蒙记»，束皙，晋，公元三世纪末期。
«池北偶谈»，王士祯，清，1691 年。
«安天论»，虞喜，晋，320 年前后(也可能是 336 年)。
«冲虚真经»，见«列子»。
«交黎剿平事略»，张鏊，明，1551 年。

«齐东野语»，周密，元，1290 年前后。
«庄子»，庄周，周，公元前 290 年前后。
«论语»，孔丘门徒编，周(鲁)，公元前 465—450 年。
«论衡»，王充，东汉，82 年(或 83 年)。
«论月蚀»，刘洪，东汉，200 年。
«农政全书»，徐志启(陈子龙编)，明，1625—1628 年撰述，1639 年出版。
«考工记»，佚名，周、汉，也可能原来是齐国的官方文件，于公元前 140 年成书。
«考古图»，吕大临，宋，1092 年。
«老学庵笔记»，陆游，宋。
«西步天歌»，佚名(很可能是耶稣会传教士或传教士的中国朋友)，清，公元十八世纪。
«西京杂记»，相传为刘歆(西汉)或葛洪(晋)所作，但可能是吴均的著作，梁或陈，公元六世纪中叶。
«西清古鉴»，梁诗正，清，1751 年。
«西溪丛语»，姚宽，宋，公元十一世纪。
«西征庚午元历»，耶律楚材，元，1220 年前后。
«西夏纪事本末»，见张鉴 (1)。
«西洋新法历书»，清，1645 年。
«西域闻见录»，椿园七十一老人，清，1777 年。
«列子»，列御寇(相传)，周和西汉，公元前五世纪至前一世纪。
«尧典»，«书经»的一卷。
«曲洧旧闻»，朱弁，宋，1130 年前后。
«同文算指»，利玛窦和李之藻，明，1614 年。
«吕氏春秋»，吕不韦所招集的一批学者撰写，周(秦)，公元前 239 年。
«吕和叔文集»，吕温，唐，850 年前后。
«朱子语类»，朱熹，宋，1270 年前后(黎靖德编，宋)。
«朱子文集»，朱熹，宋(朱玉编，清)。
«朱子全书»，朱熹，宋，(李光地编，清，1713 年初版)。
«竹叶亭杂记»，姚元之，清，公元十七世纪。
«竹书纪年»，佚名，周，公元前 295 年及更早。
«伏侯古今注»，伏无忌，东汉，140 年前后。
«后汉书»，范晔和司马彪，刘宋，450 年。
«后周书»，见«周书»。
«汲冢周书»，见«逸周书»。
«宋史»，脱脱和欧阳玄，元，1345 年前后。
«宋书»，沈约，南齐，500 年。
«宋会要»，章得象，宋。
«宋遗民录»，程敏政，明，1479 年。

«宋元学案»,黄宗羲和全祖望,清,1750年前后。
«宋四子抄释»,吕柟编,宋(编于明,1536年)。
«宋司星子韦书»,史子韦,周,公元前五世纪。
«初学记»,徐坚,唐,700年。
«戒庵集»,靳贵,明,1500年前后。
«远镜说»,汤若望,明,1626年。
«志林新书»,虞喜,晋,公元四世纪。
«赤雅»,邝露,明,公元十六或十七世纪。
«赤水遗珍»,杨谷成,清,1761年。
«芥子园画传»,李笠翁序,王概文并画,清,1679年。
«杜阳杂编»,苏鹗,唐,公元九世纪末。
«李氏遗书»,李锐,清,1765—1814年间,1823年出版。
«杨辉算法»,杨辉,宋,1275年。
«两山墨谈»,陈霆,明。
«酉阳杂俎»,段成式,唐,863年。
«闲窗括异志»,鲁应龙,宋。
«步天歌»,王希明,隋,公元六世纪末期。
«步里客谈»,陈长方,宋,1110年前后。
«时务论»,杨伟,三国,237年前后。
«吴录»,张勃,三国,公元三世纪。
«吴船录»,范成大,宋,1177年。
«吴礼部诗话»,吴师道,元,公元十四世纪初。
«伯牙琴»,邓牧,宋,公元十三世纪。
«佛祖统记»,僧志盘,宋,1270年。
«佛说北斗七星延命经»,佚名译,唐。
«灵宪»,张衡,东汉,118年前后。
«灵台秘苑»,庾季才,北周,580年前后。
«张子全书»,张载,宋(朱轼和段志熙编,清,1719年初版)。
«纬略»,高似孙,宋,公元十二世纪(末)。
«法言»,扬雄,新莽,5年。
«法显传»,见«佛国记»。
«法苑珠林»,僧道世,唐,668年。
«河南程氏外书»,朱熹编,宋。
«河南程氏遗书»,朱熹编,宋,1168年。
«学历小辩»,汤若望,明,1631年。
«学斋占毕»,史绳祖,宋,公元十三世纪。
«穹天论»,虞耸,晋,265年前后。

《庚辛玉册》，宁献王，明，1421 年。
《郑开阳杂著》，郑若曾，明，1570 年前后（1932 年初版）。
《诗经》，佚名，周，公元前九世纪至前五世纪。
《诗疏》，孔颖达，唐，640 年前后。
《武备秘书》，施永图，清，十七世纪后期（1800 年重版）。
《武经总要》，曾公亮编，宋，1040 年（1044 年）。
《武备志》，茅元仪，明，1628 年。
《青箱杂记》，吴处厚，宋，公元十一世纪初。
《表异录》，王志坚，明。
《坦斋通编》，邢凯，宋，1220 年前后。
《抱朴子》，葛洪，晋，公元四世纪初期。
《述征记》，郭缘生，晋，公元三、四世纪。
《述异记》，任昉，梁，公元六世纪初期。
《松窗百说》，李季可，宋，1157 年。
《枫牕小牍》，袁褧，宋，公元十三世纪早期（1202 年以后）。
《画墁集》，张舜民，宋，1110 年。
《事林广记》，陈元靓，宋，1100 年至 1250 年之间，1325 年初版。
《事物纪原》，高承，宋，1085 年前后。
《尚书纬·考灵曜》，佚名，西汉，公元前一世纪。
《尚书释天》，盛百二，清，1749—1753 年。
《国语》，佚名，周代末期、秦和西汉。
《昕天论》，姚信，三国，250 年前后。
《明史》，张廷玉等，清，1739 年。
《明月记》，藤原定家，日本，1200 年前后。
《明皇杂录》，郑处海，唐，855 年。
《明堂大道录》，惠士奇，清，1736 年前后。
《明译天文书》，海达儿（又名黑的儿）译，明，1382 年。
《易经》，佚名，周（西汉有增补）。
《易传》，关朗，北魏，490 年前后。
《易龙图》，陈抟，五代，950 年前后。
《易纬乾凿度》，佚名，西汉，公元前一世纪。
《岭外代答》，周去非，宋，1178 年。
《图书编》，章潢，明，1562 年，1577 年，1585 年。
《图书集成》，陈梦雷等编，清，1726 年。
《金史》，脱脱和欧阳玄，元，1345 年前后。
《金楼子》，萧绎，梁，550 年前后。
《舍头谏太子二十八宿经》，竺法护译自梵文，三国或晋，300 年前后。

《物理论》，杨泉，三国，公元三世纪末。
《物理小识》，方以智，清，1664年。
《所南文集》，郑思肖，元，1340年前后。
《周礼》，佚名，西汉（可能包括周代后期的一些资料）。
《周书》，令狐德棻，唐，625年。
《周髀算经》，佚名，周、秦、汉，公元前一世纪成书，但部分写于春秋战国时期。
《周礼疑义举要》，江永，清，1791年。
《周髀算经音义》，李藉，宋。
《参同契》，魏伯阳，东汉，142年。
《参同契考异》，朱熹（邹䜣），宋，1197年。
《录异记》，杜光庭，宋。
《函宇通》，熊明遇和熊人霖，清，1648年。
《孟子》，孟轲，周，公元前290年前后。
《经天该》，利玛窦和李我存，明，大约1601年。
《经典集林》，洪颐煊编，清，1790年前后。
《经书算学天文考》，陈懋龄，清，1797年。
《浑仪》，张衡，东汉，117年前后。
《浑天赋》，杨炯，唐，676年。
《浑天象说（注）》，王蕃，三国，260年前后。
《浑盖通宪图说》，李之藻，明，1607年。
《洪范五行传》，刘向，西汉，公元前10年前后。
《测量法义》，利玛窦和徐光启，明，1607年。
《测量异同》，徐光启，明，1631年。
《测天约说》，邓玉函，明，1628年。
《洛阳伽蓝记》，杨炫之，北魏，530年前后。
《洛书纬甄曜度》，佚名，汉。
《洞冥记》，郭宪（相传），据云系汉代著作，但可能是公元五、六世纪的书。
《洞天清录（集）》，赵希鹄，宋，1240年前后。
《洞霄诗集》，孟宗宝，元，1302年。
《洞玄灵宝诸天世界造化经》，佚名，大概是唐代著作。
《宣和博古图》，王黼或王黻等，宋，1111—1125年间。
《类篇》，司马光，宋，1067年。
《前汉书》，班固和班昭，东汉（开始于65年），100年前后。
《说郛》，陶宗仪，元，1368年前后。
《说文解字》，许慎，东汉，121年。
《祛疑说纂》，储泳，宋，1230年前后。
《神异经》（或《神异记》），东方朔（相传），据传是汉代所作，但可能是公元四、五世纪的

著作。
«神道大编历宗算会»,周述学,明,1558 年。
«春秋»,佚名,周,公元前 722—481 年间鲁国编年史。
«春秋纬考异邮»,佚名,西汉,公元前一世纪。
«春秋纬元命苞»,佚名,西汉,公元前一世纪。
«拾遗记»,王嘉,晋,公元三、四世纪。
«革象新书»,赵友钦,元。
«南史»,李延寿,唐,670 年前后。
«南齐书»,萧子显,梁,520 年。
«南湖集»,张镃,宋,1210 年。
«南华真经»,见«庄子»。
«南濠诗话»,都穆,明,1513 年。
«南村辍耕录»,见«辍耕录»。
«荀子»,荀卿,周,公元前 240 年前后。
«咸宾录»,罗曰褧,明,1590 年。
«战国策»,佚名,秦。
«星经»,石申、甘德、巫咸等,唐以前搜集的周、汉时代星图,可能有后代的增补。
«星槎胜览»,费信,明,1436 年。
«钦定仪象考成»,见«仪象考成»。
«钦定授时通考»,见«授时通考»。
«钦定古今图书集成»,见«图书集成»。
«重修革象新书»,王祎,明。
«独异志»,李冗,唐。
«独醒杂志»,曾敏行,宋,1176 年。
«皇清经解»,见严述 (1)。
«皇朝经世文编»,见贺长龄 (1)。
«皇朝礼器图式»,董诰编,清,1759 和 1766 年。
«禹贡»,«书经»的一卷。
«律历志»,刘洪和蔡邕,东汉,178 年。
«律历渊源»,梅瑴成和何国宗编,清,1723 年,可能到 1730 年才印完。
«律吕新论»,江永,清,1740 年前后。
«律吕正义»,梅谷成和何国宗编,清,1723 年。
«癸辛杂识»,周密,宋,公元十三世纪末期,可能到 1308 年才写成。
«癸辛杂识续集»,周密,元,1308 年。
«骈字类编»,何焯等编,清,1728 年。
«盐铁论»,桓宽,西汉,公元前 80 年前后。
«海涛志»(或«海峤志»),窦叔蒙,唐,770 年前后。

《海潮赋》,卢肇,唐,850年。
《海潮论》,邱光庭,五代,900年前后。
《海潮辑说》,俞思谦编,清,1781年。
《海潮图序》,余靖,宋,1025年。
《海潮图论》,燕肃,宋,1026年。
《海函万象录》,黄润玉,明。
《海国闻见录》,陈伦炯,清,1744年。
《高厚蒙求》,徐朝俊,清,1799年前后。
《离骚》,屈原,周,公元前295年前后。
《唐语林》,王谠,宋,集于1107年前后。
《唐会要》,王溥,宋,961年。
《唐阙史》,高彦休,五代,公元十世纪。
《益古演段》,李冶,金(元),1259年。
《袖中记》,沈约,梁,500年前后。
《都利聿斯经》,璩公译自康居文,唐,800年前后。
《晋书》,房玄龄,唐,635年。
《晋起居注》,刘道会,隋之前。
《格致草》,熊明遇,明,1620年(1648年)。
《格古要论》,曹昭,明,1387年。
《格致镜原》,陈元龙,清,1735年。
《夏小正》,佚名,周,公元前七世纪至前四世纪之间。
《殊域周咨录》,严从简,明,1520年。
《晏子春秋》,晏婴,周,可能是公元前四世纪。
《晓庵新法》,王锡阐,明,1643年。
《铁围山丛谈》,蔡絛,宋,1115年前后。
《造化钳鎚》,宁献玉,明,1430年前后。
《造化指南》,土宿真君,唐,宋或明。
《造化经论图》,赵谦,明。
《秘传花镜》,陈淏子,清,1688年。
《透帘细草》,佚名,元,1355年前后。
《修防琐志》,李世禄,清。
《候鲭录》,赵德麟,宋。
《修真太极混元图》,萧道存,宋。
《通典》,杜佑,唐,812年前后。
《通志》,郑樵,宋,1150年前后。
《通俗文》,服虔,东汉或晋。
《难儞计湿嚩啰天说支轮经》,法贤译(自梵文?),宋,985年前后。

«清异录»,陶谷,五代,950年前后。
«淮南子»,刘安主撰,西汉,公元前120年前后。
«淮南鸿烈解»,见«淮南子»。
«淮南天文训补注»,钱塘,清,1788年。
«渊鉴类函»,张英等编,清,1710年。
«梁书»,姚察和姚思廉,唐,629年。
«梁四公记»,张说,唐,695年前后。
«宿曜仪轨»,僧一行,唐,710年前后。
«庶物异名疏»,陈懋仁,明。
«职方外记»,艾儒略,明,1623年。
«授时通考»,鄂尔泰编,清,1742年。
«授时历议经»,郭守敬(有许多合作者和辅助人员),元,1280年。
«推步法解»,江永,清,1750年。
«营造法式»,李诫,宋,1097年,1103年初版,1145年重版。
«黄道总星图»,戴进贤,清,1746年。
«乾象历术»,蔡邕和刘洪,东汉,206年前后。
«梦粱录»,吴自牧,宋,1275年。
«梦溪笔谈»,沈括,宋,1086年。
«梵天火罗九曜»,相传为僧一行所撰,实非他的作品,唐,874年。
«野获编»,沈德符,明,1400年前后。
«野客丛书»,王楙,宋,1201年。
«崇祯历书»,明,1635年。
«斜川集»,苏过,宋。
«猗觉寮杂记»,朱翌,宋,公元十二世纪。
«逸周书»,佚名,周,公元前245年以前。
«隋书»,魏征等,唐,636年(表和志),656年(纪和列传)。
«随隐漫录»,陈随隐,宋,公元十三世纪后期。
«续世说»,孔平仲,宋,1157年前后。
«续弘简录»,邵经邦,清,1699年。
«湛渊静语»,白珽,元,公元十四世纪。
«寓简»,沈作喆,宋。
«蛮书»,樊绰,唐,862年前后。
«就日录»,赵氏,宋。
«敦煌录»,佚名,唐。
«遂初堂书目»,尤袤,宋。
«道藏»,历代,宋代初次集印,金、元、明亦印过。
«道德经»,李耳(相传),周,公元前300年以前。

«越绝书»,佚名,东汉, 52 年前后。
«越峤书»,李文凤,明, 1540 年。
«援鹑堂笔记»,姚范,清,公元十八世纪后期,但到 1838 年才出版。
«搜神记»,干宝,晋, 348 年前后。
«搜采异闻录»,永亨,宋。
«敬斋古今黈»,李冶,宋,公元十三世纪。
«朝野佥载»,张鷟,唐,公元八世纪,但宋代作过重大修改。
«辍耕录»,陶宗仪,元、明, 1366 年。
«畴人传»,阮元(罗士琳、诸可宝、黄锺骏续),清, 1799 年。
«策算»,戴震,清, 1744 年。
«傅子»,傅玄,晋,公元三世纪。
«象纬新篇»,王可大,明,公元十六世纪初。
«缉古算经»,王孝通,唐, 625 年前后。
«新书»,贾谊,西汉,公元前二世纪(但目前所存书可能有部分为唐或唐以前的伪作)。
«新论»,桓谭,东汉, 20 年前后。
«新唐书»,欧阳修和宋祁,宋, 1061 年。
«新法历书»,见«西洋新法历书»。
«新法表异»,汤若望,清, 1645 年。
«新法算书»,汤若望、邓玉函、罗雅谷、龙华民、徐光启、李之藻、李天经等,清,1669 年, 1674 年。
«新刻漏铭»,陆倕,梁, 507 年。
«新仪象法要»,苏颂,宋, 1094 年。
«新篇对象四言»,佚名,明, 1436 年。
«韵石斋笔谈»,姜绍书,清,公元十七世纪初。
«数理精蕴»,梅瑴成和何国宗编,清, 1723 年。
«楚辞»,屈原(及宋玉、贾谊、严忌、淮南小山等),周,公元前 300 年前后(包括汉代的增补)。
«感应经»,李淳风,唐, 640 年前后。
«感应类从志»,张华,晋, 295 年前后。
«蛾术编»,王鸣盛,清, 1770 年前后,但到十九世纪才发表。
«简平仪说»,熊三拔,明, 1611 年。
«锦囊启蒙»,佚名,元或明,公元十四世纪。
«演繁露»,程大昌,宋, 1180 年。
«潇湘听雨录»,江昱,清。
«漏刻赋»,陆机,晋, 295 年前后。
«漏刻法»,李兰,北魏, 440 年前后。
«漏水转浑天仪制»,张衡,东汉, 117 年前后。

《聚米为山赋》,蒋防,唐,845 年前后。
《榕城诗话》,杭世骏,清,1732 年。
《墨子》,墨翟,周,公元前四世纪。
《墨客挥犀》,彭乘,宋,1080 年前后。
《鹖冠子》,鹖冠子(相传)。
《管子》,管仲(相传),周和西汉,可能主要是在稷下书院写成(公元前四世纪末期)。
《潮说》,张君房,宋,公元十一世纪初。
《摩登伽经》,竺律炎译,相传在三国时(225 年前后),实际上当在公元八世纪。
《鹤林玉露》,罗大经。
《璇玑遺述》,揭暄,清。
《默记》,王铚,宋,公元十一世纪。
《履斋示儿编》,孙奕,宋,1205 年。
《辨正论》,法琳,唐,630 年前后。
《鳌隅子歔欷瑣微论》,黄晞,宋,1040 年前后。
《燕丹子》,佚名,可能是东汉,公元二世纪。
《樵香小记》,何琇,清。
《懒真子》,马永卿,宋,1111—1117 年间。
《穆天子传》,佚名,周,公元前 245 年以前。
《避暑录话》,叶梦得,宋,1150 年前后。
《魏书》,魏收,北齐,554 年,572 年重修。
《魏略》,鱼豢,三国(魏)或晋,公元三、四世纪。
《麓堂诗话》,李东阳,明,1513 年。
《蠡海集》,王逵,明,公元十四世纪末期。
《麟角集》,王棨,唐,公元九世纪。

二、公元1800 年以后中文和日文书籍和论文

(按作者姓氏笔画排列)

丁文江(1),《宋应星》,喜咏轩丛书,1929。
丁取忠(2),《四象假令细草》,1870 年前后出版。
丁福保,周云青(1),《四部总录天文编》,商务,1956。
三上義夫(5),《畴人传论一并せて van Hee 氏の所说を评す》,*TYG*, 1927, **16** (No.2), 185; (No.3), 287。

三上義夫(13),《周髀算经の天文说》, *TBGZ*, 1911 (No. 235). 241。
三上義夫(17),《日本望远镜史》, *TBGZ*, 1936, No. 534,535。
马国翰(1),《玉函山房辑佚书》, 1853。
马坚(1),《回历纲要》,中华, 1950。
马衡(1),《隋书律历志十五等尺》,北平, 1932。
卫集贤(3),《古史研究》,上海, 1934。
上田穰(1),《石氏星经の研究》,东洋文库论丛,东京, 1929。
小仓金之助,大矢真一(1),《三上義夫博士(1875—1950)とその业绩 三上義夫先生著作论文目录》, *JJHS*, 1951, (No. 18), 1, 9。
六严(1),《恒星赤道经纬度图》, 1851。
王仁俊(1),《格致古微》, 1896。
王先谦(1),《皇清经解续编》, 1888。
王国维(2),《殷卜辞所见先公先王考》, 刊登于《观堂集林》以及《海宁王静安先生遗书》,商务, 1940。
王国维(3),《生霸死霸考》,刊登于《观堂集林》。
冯云鹏,冯云鹓,《金石索》, 1821。
冯友兰(1),《中国哲学史》,商务, 1941。
冯桂芬(1),《咸丰元年中星表》, 1851。
石璋如(2),《河南安阳后岡的殷墓》,中央研究院历史语言研究所集刊, 1948, **13**, 21。
石田幹之助(1),《都利聿斯经とその佚文》,京都, 1950。
叶棠(1),《恒星赤道全图》, 1847。
叶德禄(1),《七曜历入中国表》,辅仁学志, 1942, **11**, 137。
田坂兴道(1),《东渐せるイスラム文化の一侧面に就いて》, *SGZ*, 1942, **53**, 401。
刘文典(2),《淮南鸿烈集解》,商务, 1923, 1926。
刘风五(1),《回教徒对于中国历法的贡献》,青年中国集刊, 1944, **1**, 240。
刘仙洲(1),《中国机械工程史料》,清华工程学会会刊, 1935, **3**,**4** (No. 2), 27; 工程学报, 1948, **3**, 135。
刘复(1),《西汉时代的日晷》,国学季刊, 1932, **3**, 573。
刘垣(1),《论星岁纪年》,中国科学院历史研究所, 1955。
刘朝阳(1),《甲骨文之日珥观测记录》,宇宙, 1945, **15**, 15。
刘朝阳(2),《Oppolzer 及 Schlegel 与 Kühnert 所推算之夏代日食》, 宇宙, 1945, **15**, 29。
刘朝阳(3), 《天文学史专号》, 中山大学语言历史研究所周刊, 1929, No. 94—96, 1—69。
刘朝阳(4),《史记天官志考》,中山大学语言历史研究所周刊, 1929, No. 73—74, 1—60。
刘朝阳(5),《殷历余论》,宇宙, 1946, **16**, 5。

刘朝阳(6),«周初历法考»,华西大学文史集刊, B辑, No.2, 1944。
刘朝阳(7),«晚殷长历»,华西大学文史集刊, B辑, No.3, 1945。
刘朝阳(8),«殷末周初日月食初考»,中国文化研究会刊, 1944, **4**, 85; 1945, **5**, 1。
刘朝阳(9),«夏书日食考»,中国文化研究会刊, 1945, **5**, 1。
刘朝阳(10),«从天文历法推测尧典之编成年代»,燕京学报, 1930 (No.7)。
孙文青(2),«张衡著述年表»,金陵学报, 1932, **2**, 105。
孙文青(3),«张衡年谱»,金陵学报, 1933, **3**, 331。
孙文青(4),«张衡年谱»,商务, 1935。
孙海波(1),«甲骨文编»,北平, 1934。
那波利贞(1),«淮南子に见えたる金目に就いて», *SG*, 1928, **3**, 606。
朱文鑫(1),«历法通志»,商务, 1934。
朱文鑫(2),«历代日食考»,商务, 1934。
朱文鑫(3),«天文学小史»,商务, 1935。
朱文鑫(4),«天文考古录»,商务, 1933。
朱文鑫(5),«史记天官书恒星图考»,商务, 1927。
朱芳圃(1),«甲骨学文字编»,商务, 1933。
任兆麟(1),«夏小正注», 1820年以前。
向宗鲁(1),«月令章句疏证叙录»,商务, 1945。
沈文侯(1),«星图»,福建省气象局, 1940。
汪敬熙(1),«科学方法漫谈»,商务, 1940; 1944 再版。
李石泉(1),«玉作图»,刊登于 Bishop, Bushell, Kunz *et al.* (1)。
李光壁,赖家度(1),«汉代的伟大科学家: 张衡»,北京, 1955。
李光璧,钱君晔(1),«中国科学技术发明和科学技术人物论集»,三联, 1955。
李兆洛(2),«恒星赤道经纬度图», 1855。
李俨(18),«伊斯兰教与中国历算之关系»,回教论坛, 1941, **5** (No.3, 4)。
李明彻,«圜天图说», 1819。
李镜池(1),«周易卦名考释»,岭南学报, 1948, **9** (No.1), 197, 303。
李镜池(2),«周易筮辞考续»,岭南学报, 1947, **8** (No.1), 1, 169。
吴其昌(1),«汉以前恒星发现次第考»,真理杂志, 1943, **1** (No.3), 273。
严杰(1),«皇清经解», 1829。
严可均(1),«全上古三代秦汉三国六朝文», 1887—1893。
严敦杰(8),«隋书律历志祖冲之之圆率记事释»,学艺通讯, 1933, **15** (No.10)。
严敦杰(10),«回历甲子考»,科学, 1949, **31**, 291。
严敦杰(11),«金乙未元历斗分考»,东方杂志, 1945, **41**, 30。
严敦杰(12),«北齐董俊郑元伟甲寅元历积年考»,治学, 1945, **33**, 14。
佚名(5),«最古老的天文台», 1956。
饭岛忠夫(1),«支那古代史と天文学»,东京, 1925。

饭岛忠夫(2),《天文历法と阴阳五行说》,东京,1943。
饭岛忠夫(3),《支那古历法余论》,*TYG*,1922,**12**,46。
饭岛忠夫(4),《支那の上代に於ける希腊文化的影响と儒家经典の完成》,*TYG*,1921,**11**,1,183,354。
饭岛忠夫(5),《汉代の历法より见たる左传の伪作》,*TYG*,1912,**2**,28,181;1919,**9**,155。
饭岛忠夫(6),《书经诗经之天文历法》,*KHS*,1928,13,18。
饭岛忠夫(7),《支那の古历と历日记事》,*TYG*,1929,**17**(No.4),449;**18**(No.1),58。
张钰哲(1),《中国古代天文鸟瞰》,宇宙,1946,**16**,17。
张鉴(1),《西夏纪事本末》,1830年前后。
张荫麟(4),《纪元后二世纪间我国第一位大科学家:张衡》,东方杂志,1925,**21**(No.23),89。
陈文涛(1),《先秦自然学概论》,商务,1934。
陈高佣(1),《中国历代天灾人祸表》,暨南大学,1940。
陈槃(1),《古谶纬书录解题》,中央研究院历史语言研究所集刊,1945,**10**,371;1947,**12**,35。
陈槃(2),《古谶纬书录解题》,中央研究院历史语言研究所集刊,1950,**22**,85。
陈槃(3),《谶纬释名》,中央研究院历史语言研究所集刊,1943,**11**,297。
陈槃(4),《谶纬溯源》,中央研究院历史语言研究所集刊,1943,**11**,317。
陈遵妫(1),《古今星名对照》,中央研究院,南京。
陈遵妫(2),《中国天文学史初论》,1945,**15**,9。
陈遵妫(3),《恒星图表》,商务,1937。
陈遵妫(4),《前汉流慧纪事》,宇宙,1945,**15**,43。
陈遵妫(5),《中国古代天文学简史》,上海人民出版社,1955。
陈遵妫(6),《清朝天文仪器解说》,北京,1956。
周光地(1),《新星》,宇宙,1945,**15**,35。
周清澍(1),《我国古代伟大的科学家:祖冲之》,北京,1955。
竺可桢(1),《二十八宿起源之地点与时间》,气象学报,1944,**18**,1。
竺可桢(2),《二十八宿起源之时代与地点》,思想与时代,1944,No.34,1。
竺可桢(3),《论以岁差定尚书尧典四仲中星之年代》,科学,1926,**11**,(No.2)。
竺可桢(5),《中国古代在天文学上的伟大贡献》,通学通报,1951,**2**,215。
竺可桢(6),《为什么要研究我们古代科学史》,人民日报,1954年9月27日。
和田雄治(1),《世宗英祖两朝之测雨器》,*JMJ*,1911,No.3。
洪以燮(1),《朝鲜科学史》,东京,1944。
洪震煊(1),《夏小正疏義》,1810年前后。
神田茂(3),《簠簋及びその类について》,*JJHS*,1952(No.23),21。

胡厚宣(1),«气候变迁与殷代气候之检讨»,中国文化研究会刊, 1944, **4**, 1。
胡道静(1),«梦溪笔谈校证»,上海, 1956。
赵元任(1),«中西星名考»,科学, 1917, **3**, 42。
骆腾凤(1),«艺游录», 1820 年前后。
保其寿(1),«碧奈山房集», 1880 年前后。
闻一多(2),«天问释天»,刊登于«闻一多全集»。开明, 1948。
俞平伯(1),«秦汉改月论»,清华学报, 1937, **12**, 435。
饶宗颐(1),«长沙楚墓时占神物图卷考释»,香港大学东方研究杂志, 1954, **1**, 69。
姚宝献(1),«中国历史上气候变迁之一新研究», 中山大学语言历史研究所周刊, 1935, **1**, 1。
姚振宗(1),«后汉书艺文志», 1895。
贺长龄(1),«皇朝经世文编», 1826—1897。
高鲁(1),«中国历史上的日蚀»,科学世界, 1941, **10**, 327。
容庚(2),«汉金文录»,中央研究院历史研究所论文集, No. 5。
郭沫若(3),«甲骨文字研究»,北平, 1931。
唐荣作(1),«玉说»,见 Bishop, Bushell, Kunz *et al.* (1)。
郭宝钧(1),«濬县辛村古残墓之清理»,田野考古报告, 1936, **1**, 167。
席泽宗(1),«古新星新表»,天文学报, 1955, **3** (No. 2), 183。
席泽宗(2),«从中国历史文献的记录来讨论超新星爆发与射电源的关系»,天文学报, 1954, **2** (No. 2), 177。
席泽宗(3),«僧一行观测恒星位置的工作»,天文学报,1956, **4** (No. 2), 212。
顾颉刚(8),«禅让传说起于墨家考»,古史辨,卷七, 30—109。
桥本增吉(1),«书经の研究», *TYG*, 1912, **2**, 283; 1913, **3**, 331; 1914, **4**, 49, 369。
桥本增吉(2),«支那古代历法史研究»,东洋文库论丛,东京, 1943。
桥本增吉(4),«书经尧典の四中星に就いて», *TYG*, 1928, **17** (No. 3), 303。
圆通(1),«佛国历象编»,京都, 1810。
钱维樾(1),«恒星图», 1839。
钱宝琮(4),«太一考»,燕京学报, 1932, No. 12, 2449。
钱宝琮(5),«汉人月行研究»,燕京学报, 1935, **17**, 39。
钱宝琮(7),«授时历法略论»,天文学报, 1956, **4** (No. 2), 193。
章鸿钊(1),«石雅»,北平,第一版 1921, 第二版 1927。
能田忠亮(2),«礼记月令天文考»,京都, 1938。
能田忠亮(3),«天文历法»,京都, 1942。
能田忠亮(4),«东洋天文学史论丛»,东京, 1944。
能田忠亮(5),«甘石星经考», *TG/K*, 1931, **1**, 1。
能田忠亮(6),«尧典に见えたる天文», *TG/K*, 1937, **8**, 118。
能田忠亮(7),«夏小正星象论», *TG/K*, 1941, **12**, 209。

能田忠亮(8),«诗经の日蚀に就て», *TG/K*, 1936, **6**, 204。
能田忠亮(9),«历学史论»,东京, 1948。
常福元(1),«天文仪器志略», 1930 年前后,北平。
常福元(2),«许伯政谭沄两书之比较»,辅仁学志, 1930, **2**, 111。
黄节(1),«郑思肖传».国粹学报, 1904, **1** (No. 3), 8。
谢家荣(1),«中国陨石之研究附表»,科学, 1923, **8**, 920。
董同和(1),«切韵指掌图中几个问题»,中央研究院历史语言研究所集刊, 1946, **17**, 193。
董作宾(1),«殷历谱»,中央研究院历史语言研究所集刊, 1936, **7**, 45; 华西大学文史集刊, 1941, **2**, 1。
董作宾(2),«敦煌写本唐大顺元年残历考»,图书季刊, 1942, **3** (No. 3), 7。
董作宾(3),«殷代月食考»,中央研究院历史语言研究所集刊, 1950, **22**, 139。
董作宾(4),«殷代之历法农业与气象»,华西大学文史集刊, 1946, **5**, 1。
董作宾(5),«殷文武丁时卜辞中一旬间之气象记录», 气象学报, 1943, **17**, No. 17。
董作宾(6),«殷历谱后记»,中央研究院历史语言研究所集刊, 1948, **13**, 183。
董作宾(7),«周金文中生霸死霸考»,«傅故校长斯年先生纪念文集», 139页。
董作宾(8),«朞三百有六旬有六日新考»,华西大学文史集刊, 1940, **1**, 24。
董作宾,刘敦桢,高平子(1),«周公测景台调查报告»,商务, 1939。
程鸿诏(1),«夏小正义说», 1865 年以前。
新城新藏(1),«中国上古天文»,沈璿译,商务, 1936。
新城新藏(2),«干支五行说と颛顼史», *SG*, 1922, **2**, 387, 495。
新城新藏(3),«东洋天文学史研究»,东京, 1929。
新城新藏(4),«支那上代の历法», *G*, 1913, **4**, 666, 743。
新城新藏(5),«再び左传国语の製作年代を论ず», *G*, 1920, **11**, 619。
新城新藏(6),«汉代に见えたる诸种の历法を论ず», *G*, 1920, **11**, 701, 785, 966。
雷学淇(1),«古经天象考», 1825。
赖家度(1),«天工开物及其著者: 宋应星»,北京, 1955。
蒙文通(1),«中国古代北方气候考略»,史学杂志, 1930, **2**。
端方,«陶斋藏石记»,北京, 1909。
缪钺(1),«李冶李治释疑»,东方杂志, 1943, **39**, 41。
镰田重夫(1),«我が国に於ける支那天文学研究の近状»,*SGZ*, 1945, **56**, 96。
薮内清(1),«隋唐历法史の研究»,东京, 1944。
薮内清(2),«中国の天文学»,东京, 1949。
薮内清(4),«中国の时计», *JJHS*, 1951, (No. 19),19。
薮内清(5),«中国に於けるイスラム天文学», *TG/K*, 1950, **19**, 65。
薮内清(6),«唐开元占经中の星经», *TG/K*, 1937, **8**, 56。
薮内清(7),«两汉历法考», *TG/K*, 1940, **11**, 327。

薮内清(8),«殷周より隋に至る支那历法史», *TG/K*, 1941, **12**, 99。
薮内清(9),«唐代历法に於ける步日躔月离术», *TG/K*, 1943, **7**, 42。
薮内清(11),«天工开物の研究»,东京, 1953。
薮内清(13),«殷代の历法», *TG/K*, **21**, 217。
薮内清(14),«唐宋历法史», *TG/K*, 1943, **13**, 491。
薮内清(15),«元明历法史», *TG/K*, 1944, **14**, 264。
薮内清(16),«飞鸟奈良时代の自然科学　飞鸟奈良时代の文化», 东京, 1950 (?)。
薮内清(17),«近世中国に伝えられた西洋天文学», *JJHS*, 1955, (No. 32), 15。
薮内清,能田忠亮(1),«汉书律历志の研究»,京都, 1947。

三、西文书籍和论文

(按字母次序排列)

Abetti, G. (1). *The History of Astronomy*. Sidgwick & Jackson, London, 1954, tr. by B. B. Abetti from the Italian original *Storia dell' Astronomia* (rev. W. M. H. Greaves, *N*, 1955, **176**, 323).

Airy, G. B. (1). 'Comparison of the Chinese Record of Solar Eclipses in the Chun-Tsew [*Chhun Chhiu*] with the Computations of Modern Theory.' *RAS/MN*, 1884, **24**, 167.

Allen, C. W. (1). *Astrophysical Quantities*. Univ. of London Press, London, 1955.

Allen, J. (1). *Scale Models in Hydraulic Engineering*. Longmans, London, 1947.

Almagià, R. (1). 'La Dottrina della Marea nell'Antichità classica e nel Medio Evo.' *MAL/MN*, 1905, 1947.

Ambronn, L. (1). 'Die Beziehungen der Astronomie zu Kunst und Technik.' Art. in *Astronomie*, ed. J. Hartmann. Pt. III, Sect. 3, Vol. 3 of *Kultur d. Gegenwart*, p. 566. Teubner, Berlin & Leipzig, 1921.

al-Andalusī, Yaḥyā al-Maghribī (1). *Risālat at-Khiṭa wa'l-Īghūr* (On the Calendar of the Chinese and Uighurs). MS.

Andrade, E. N. da C. (1). 'Robert Hooke' (Wilkins Lecture). *PRSA*, 1950, **201**, 439. (The quotation concerning fossils is taken from the advance notice, Dec. 1949.) Also *N*, 1953, **171**, 365.

Anon. (26). 'The Days of our Years; has the time come to change our present Calendar?' *UNESC*, 1954, **7**, (no. 1), 28.

Anon. (28). 'Report on the past twenty-five years' work in Japan on the History of Chinese and Japanese Astronomy' (to the Commission

for the History of Astronomy of the International Astronomical Union). *TIAU*, 1954, 8, 626.

Anon. (33) (ed.). *Miscellanea Curiosa, being a Collection of some of the Principal Phaenomena in Nature Accounted for by the Greatest Philosophers of this Age, together with Several Discourses read before the Royal Society for the Advancement of Physical and Mathematical Knowledge.* Vol. 1, Senex, London, 1705. Vol. 2, Senex & Price, London, 1706. Continued as: *Miscellanea Curiosa, containing a Collection of Curious Travels, Voyages and Natural Histories of Countries, as they have been Delivered in to the Royal Society* Vol. 3, Senex & Price, London, 1707.

Anquetil-Duperron, A. H. (2) (tr.) *Boun-dehesch.* Paris, 1771. (A French translation of the Hindi version of the *Bundahišn,* encyclopaedia of +1178).

Apianus, Petrus [Peter Bienewitz] (1). *Astronomicon Caesareum.* Ingolstadt, 1540.

Apianus, Petrus [Peter Bienewitz] & Frisius, Gemma [van der Steen] (1). *Cosmographia, sive Descriptio Universi Orbis Petri Apiani et Gemmae Frisii. jam demum integritati suae restituta,...* Birckmann, Köln, 1574; Arnold Bellerus, Antwerp, 1584.

Arakawa, H. (1). 'On the Relation between the Cyclic Variation of Sun-spots and the Historical Rice Crop Famines in Japan' (+1750 onwards). *PMGP,* 1953, **4**, 151.

Archer-Hind, R. D. (1) (tr.). *The 'Timaeus' of Plato.* London, 1888.

Archibald, R. C. (1). 'Outline of the History of Mathematics' (and mathematical Astronomy). *AMM,* 1949, **56**, (Supplement), 1.

Arlington, L. C. & Lewisohn, W. (1). *In Search of Old Peking.* Vetch, Peiping, 1935.

Ashley-Montagu, M. F. (1) (ed.). *Studies and Essays in the History of Science and Learning* (Sarton Presentation Volume). Schuman, New York, 1944.

Austin, R. G. (1). 'Greek Board-Games.' *AQ,* 1940, **14**, 257.

Baade, W. (1). *ASTRO,* 1943, **97**, 125.

Bachmann, P. G. H. (1). *Die Elemente der Zahlentheorie.* Teubner, Leipzig & Berlin, 1921.

Bagchi, P. C. (1). *India and China; a thousand years of Sino-Indian Cultural Relations.* Hind Kitab, Bombay, 1944. 2nd ed. 1950.

Baillie, G. H. (1). *Clocks and Watches; an historical Bibliography.* NAG Press, London, 1951.

Bailly, J. S. (1). *Traité de l'Astronomie Indienne et Orientale; Ouvrage qui peut servir de Suite à l'Histoire de l'Astronomie Ancienne.* Debure, Paris, 1787.

Bailly, J. S. (2) [& Voltaire]. *Lettres sur l'Origine des Sciences, et sur celle des Peuples de l'Asie, précédées de quelques lettres de M. de Voltaire à l'auteur.* 2 vols. Debure, Paris, 1777.

Baldini, P. G. (1). *Saggi di Dissertazioni Accademiche pubblicamente lette nella nobile Accademia Etrusca dell' antichissima città di Cortona,* vol. 3, p. 185. Rome, 1741.

Balss, H. (1). *Antike Astronomie; aus griechischen und lateinischen Quellen mit Text, Übersetzung und Erlaüterungen Geschichtlich dargestellt.* Heimeran, München, 1949.

Banfi, A. (1). *Galileo Galilei.* Ambrosiana, Milan, 1949 (rev. P. Labérenne, *LP,* 1950 (No. 31), 155).

Baranovskaia, L. S. (2). 'Iz Istorii Mongol'skoi Astronomii (On the History of Astronomy among the Mongols).' *TIYT,* 1955, **5**, 321.

Barlow, C. W. C. & Bryan, G. H. (1). *Elementary Mathematical Astronomy.* UTP, London, 1946.

Barton, W. H. (1). 'Sky Clocks and Calendars.' *SKY,* 1940, **4** (no. 11), 7.

Bastian, A. (1). *Reisen in China.* Jena, 1871.

Becker, W. (1). *Sterne und Sternsysteme.* Steinkopf, Dresden & Leipzig, 1950.

Beer, A. (1). 'The Astronomical Significance of the Zodiac of the Qusayr 'Amra.' In K. A. C. Cresswell, *Early Muslim Architecture,* p. 296. Oxford, 1932.

Belpaire, B. (2). 'Le Folklore de la Foudre en Chine sous la Dynastie des Thang (un document nouveau)' (the *Lei Min Chuan* of Shen Chhi-Chi, +779). *MUSEON,* 1939, **52**, 163.

Benndorf, O., Weiss, E. & Rehm, A. 'Zur Salzburger Bronzescheibe mit Sternbildern.' *JHOAI,* 1903, **6**, 32.

Bernal, J. D. (1). *Science in History.* Watts, London, 1954 (Beard Lectures at Ruskin College, Oxford).

Bernard-Maître, H. (1). *Matteo Ricci's Scientific Contribution to China,* tr. by E. T. C. Werner. Vetch, Peiping, 1935. Orig. pub. as 'L'Apport Scientifique du Père Matthieu Ricci à la Chine', Hsienhsien, Tientsin, 1935; rev. Chang Yü-Chê, *TH,* 1936, **3**, 583.

Bernard-Maître, H. (5). *Le Père Matthieu Ricci et la Société Chinoise de son Temps* (1552 to 1610). 2 vols. Hsienhsien, Tientsin, 1937.

Bernard-Maître, H. (7). 'L'Encyclopédie Astronomique du Père Schall, *Chhung-Chên Li Shu* (+1629) et *Hsi-Yang Hsin Fa Li Shu* (+1645); La Réforme du Calendrier Chinois sous l'Influence de Clavius, Galilée et Kepler.' *MS,* 1937, **3**, 35, 441.

Bernard-Maître, H. (8). 'Les Étapes de la Cartographie Scientifique pour la Chine et les Pays Voisins dépuis le 16e jusqu'à la fin du

18e siècle.' *MS*, 1935, **1**, 428.

Bernard-Maître, H. (11). 'Ferdinand Verbiest, Continuateur de l'œuvre Scientifique d'Adam Schall.' *MS*, 1940, **5**, 103.

Bernard-Maître, H. (12). 'Galilée et les Jésuites des Missions d'Orient.' *RQS*, 1935, 356.

Bernard-Maître, H. (13). *La Mappemonde Ricci du Musée historique de Pékin.* Politique de Pékin, Peiping, 1928.

Bernard-Maître, H. (14). 'Note complémentaire sur l'Atlas de Khang-Hsi.' *MS*, 1946, **11**, 191.

Bernard-Maître, H. (15). 'Les Sources Mongoles et Chinoises de l'Atlas Martini (1655).' *MS*, 1947, **12**, 127.

Bernard-Maître, H. (16). 'La Science Européene au Tribunal Astronomique de Pékin (17e—19e siècles).' Palais de la Découverte, Paris, 1952 (*Conférences*, Sér. D, no. 9).

Bernier, François (1). *Bernier's Voyage to the East Indies; containing The History of the Late Revolution of the Empire of the Great Mogul; together with the most considerable passages for five years following in that Empire; to which is added A Letter to the Lord Colbert, touching the extent of Hindostan, the Circulation of the Gold and Silver of the world, to discharge itself there, as also the Riches Forces and Justice of the Same, and the principal Cause of the Decay of the States of Asia—with an Exact Description of Delhi and Agra; together with* (1) *Some Particulars making known the Court and Genius of the Moguls and Indians*; *as also the Doctrine and Extravagant Superstitions and Customs of the Heathens of Hindustan,* (2) *The Emperor of Mogul's Voyage to the Kingdom of Kashmere, in 1664, called the Paradise of the Indies*...Dass (for SPCK), Calcutta, 1909. (Substantially the same title-page as the editions of 1671 and 1672.)

Bernstein, Joseph (1). 'Tsunamis' (tidal waves in the Sea of Japan). *SAM*, 1954, **191** (no. 2), 60.

Berry, A. (1). *A Short History of Astronomy.* Murray, London, 1898.

Berthelot, André (1). *L'Asie Centrale et Sud-Orientale d'après Ptolemée.* Payot, Paris, 1930.

Berthoud, F. (1). *Histoire de la Mésure du Temps par les Horloges.* Paris, 1802.

Bertrand, G. & Mokragnatz, H. (1). 'Sur la Présence du Nickel et du Cobalt chez les Végétaux et dans la Terre Arable.' *CRAS*, 1922, **175**, 112, 458; **179**, 1566; 1930, **190**, 21.

Bettini, Mario (1). *Apiaria Universae Philosophiae Mathematicae, in quibus Paradoxa, et nova pleraque Machinamenta ad Usus eximios traducta et facillimis Demonstrationibus confirmata opus* .... Fer-

ronius, Bologna, 1645.

Bettini, Mario (2). *Recreationum Mathematicarum Apiaria Novissima Duodecim—quae continent Militaria, Stereometrica, Conica, et novas alias jucundas Praxes ac Theorias, in omni Mathematicarum Scientiarum Genere*....Ferronius, Bologna, 1660.

Bevan, E. R. (1). 'India in Early Greek and Latin Literature.' In *CHI*, vol. 1, ch. 16, p. 391. Cambridge, 1935.

Bezold, C. (1). 'Sze-ma Ts'ien [Ssuma Chhien] und die babylonische Astrologie.' *OAZ*, 1919, **8**, 42.

Bezold, C., Kopff, A. & Boll, F. (1). 'Zenit-und Aequatorialgestirne am babylonischen Fixsternhimmel.' *SHAW/PH*, 1913, **4**, no. 11.

Bielenstein, H. (1). 'An Interpretation of the Portents in the *Ts'ien Han Shu* [*Chhien Han Shu*].' *BMFEA*, 1950, **22**, 127.

Bielenstein, H. (2). 'The Restoration of the Han Dynasty.' *BMFEA*, 1954, **26**, 1—20 and sep. Göteborg, 1953.

Bigourdan, G. (1). *L'Astronomie; Evolution des Idées et des Méthodes.* Paris, 1911.

Bilfinger, G. (1). *Zeitmesser d. antiken Völker.* Stuttgart, 1886.

Biot, E. (1) (tr.). *Le Tcheou-Li ou Rites des Tcheou* [*Chou*]. 3 vols, Imp. Nat., Paris, 1851. (Photographically reproduced, Wêntienko, Peiping, 1930.)

Biot, E. (3) (tr.). *Chu Shu Chi Nien* [Bamboo Books]. *JA*, 1841 (3e sér.), **12**, 537; 1842, **13**, 381.

Biot, E. (4) (tr.). 'Traduction et Examen d'un ancien Ouvrage intitulé *Tcheou-Pei*, littéralement "Style ou signal dans une circonférence".' *JA*, 1841 (3e sér.), **11**, 593; 1842 (3e sér.), **13**, 198 (emendations). (Commentary by J. B. Biot, *JS*, 1842, 449.)

Biot, E. (5) (tr.). 'Table Générale d'un Ouvrage chinois intitulé.... *Souan-Fa Tong-Tsong*, ou Traité Complet de l'Art de Compter....' *JA*, 1839 (3e sér.), **7**, 193.

Biot, E. (6). (On Pascal's Triangle in the *Suan Fa Thung Tsung.*) *JS*, 1835 (May).

Biot, E. (7). 'Note sur la connaissance que les chinois ont eue de la Valeur de Position des Chiffres.' *JA*, 1839 (3e sér.), **8**, 497.

Biot, E. (8). 'Catalogue des Etoiles Extraordinaires observées en Chine depuis les Temps Anciens jusqu'à l'An 1203 de notre Ere.' *CT*, 1846 (Additions), p. 60.

Biot, E. (9). 'Catalogue des Comètes observées en Chine depuis l'an 1230 jusqu'à l'an 1640 de notre Ere.' *CT*, 1846 (Additions), p. 44. (With 'Supplément pour les Etoiles Extraordinaires observées sous la dynastie Ming, qui peuvent se rapporter a des Apparitions de Comètes' immediately following.)

Biot, E. (10). 'Recherches faites dans la Grande Collection des Historiens de la Chine sur les Anciennes Apparitions de la Comète de Halley.' *CT*, 1846 (Additions), p. 69.

Biot, E. (11). 'Catalogue Général des Etoiles Filantes et des autres Météores observées en Chine pendant 24 siècles depuis le 7ème Siècle av. JC jusqu'au milieu du 17ème de notre Ere.' *MRAS/DS*, 1848, **10**, 129, 415. (Also *CRAS*, 1841, **12**, 986; 1841, **13**, 203; 1842, **14**, 699; 1846, **23**, 1151.)

Biot, E. (12). 'Sur la Direction de la Queue des Comètes.' *CRAS*, 1843, **16**, 751.

Biot, E. (13). 'Recherches sur la Température Ancienne de la Chine.' *JA*, 1840 (3e sér.), **10**, 530.

Biot, E. (15). 'Études sur les Montagnes et les Cavernes de la Chine d'après les Géographies Chinoises.' *JA*, 1840 (3e sér.), **10**, 273.

Biot, E. (16). 'Sur la Hauteur de Quelques Points Remarquables des Territoires Chinois.' *JA*, 1840 (3e sér.), **9**, 81.

Biot, E. (17). 'Notice sur Quelques Procédés Industriels connus en Chine au XVIe Siècle.' *JA*, 1835 (2e sér.), **16**, 130.

Biot, J. B. (1). *Études sur l'Astronomie Indienne et sur l'Astronomie Chinoise.* Lévy, Paris, 1862.

Biot, J. B. (2). Review of *The Oriental Astronomer*, by H. R. Hoisington. Batticotta, Ceylon, 1848. *JS*, 1859, 197, 271, 369, 401, 475. (Reprinted in J. B. Biot (1), p. 7.)

Biot, J. B. (3). Review of E. B. Burgess' translation of the *Sūrya Siddhānta*. New Haven, Conn., 1860. *JS*, 1860. (Reprinted in J. B. Biot (1), p. 155.)

Biot, J. B. (4). Review of L. Ideler's *Über die Zeitrechnung d. Chinesen.* Berlin, 1839. 'Ueber die Zeitrechnung d. Chinesen von Ludwig Ideler, [Sur la Chronologie des Chinois]; dissertation lue à l'Académie des Sciences de Berlin, le 16 Fév., 1837, et depuis considérablement augmentée, Berlin, 1839, in 4°.' *JS*, 1839, p. 721; 1840, pp. 27, 73, 142, 227, 264; addenda, pp. 309, 372. This was the memoir afterwards cited as 'Exposé Méthodique de l'Astronomie Chinoise'. The table of circumpolar correlations is on p. 246. Part of this had the collaboration of Abel Rémusat as well as E. Biot. It should have been reprinted in J. B. Biot (1).

Biot, J. B. (5). 'Précis de l'Histoire de l'Astronomie Chinoise.' *JS*, 1861, pp. 284, 325, 420, 468, 573, 604. (Reprinted in J. B. Biot (1), p. 249.)

Biot, J. B. (6). 'Sur les Nacshatras, ou Mansions de la Lune, selon les Hindoux; extrait d'une description de l'Inde redigée par un voyageur Arabe du XIe Siècle.' (al-Bīrūnī's *nakshatra* list, based on a

tr. by Munk.) *JS*, 1845, 39.

Biot, J. B. (7). 'Résumé de la Chronologie Astronomique.' *MRASP*, 1849, 22, 380.

al-Bīrūnī, Abū-al-Raiḥān Muḥammad ibn-Aḥmad. *Ta'rīkh al-Hind* (History of India). See Sachau (1).

Black, D. M. (1). 'The Brocken Spectre of the Desert View Watch Tower, Grand Canyon, Arizona.' *SC*, 1954, 119, 164.

Blochet, E. (3). *Catalogue des MSS. Arabes.* Bibliothèque Nationale, Paris, 1925.

Blundeville, T. (1). *Mr Blundevil, his Exercises, contayning Eight Treatises the Titles whereof are set down in the next printed page: Which Treatises are very necessary to be read and learned of all young Gentlemen, that have not been exercised in such Disciplines, and yet are desirous to have Knowledge as well in Cosmographie, Astronomie and Geographie, as also in the Art of Navigation, in which Art it is impossible to profit without the help of these or such like Instructions*...7th ed., corr. and enlarged, R. Hartwell. Bishop, London, 1636.

I Very easie Arithmetick.

II First principles of cosmography, especially a plaine Treatise of the Spheare.

III Plaine and full description of the Globes, as well Terrestriall as Celestiall.

IV Peter Plancius his universall Map (+1592).

V Mr Blagrave his Astrolabe.

VI First and chiefest Principles of Navigation.

VII Briefe description of universall Maps and Cards, also the true use of Ptolomie his Tables.

VIII The true order of making of Ptolomie his Tables.

Bobrovnikov, N. T. (1). 'The Discovery of Variable Stars.' *ISIS*, 1942, **33**, 687.

Boll, F. (1). *Sphaera.* Teubner, Leipzig, 1904.

Boll, F. (2). 'Die Sternkataloge des Hipparch und des Ptolemaios.' In *Bibliotheca Mathematica*, 1901, 3rd ser. **2**, 185.

Boll, F. (3). 'Die Entwicklung des astronomischen Weltbildes im Zusammenhang mit Religion u. Philosophie.' Art. in *Astronomie*, ed. J. Hartmann. Pt. III, Sect. 3, vol 3. of *Kultur d. Gegenwart*, p. 1. Teubner, Leipzig & Berlin, 1921.

Boll, F. (4). 'Der ostasiatische Tierzyklus im Hellenismus.' *TP*, 1912, 13, 699. (Reprinted in Boll (5), p. 99.)

Boll, F. (5). *Kleine Schriften zur Sternkunde des Altertums.* Koehler & Ameland, Leipzig, 1950.

Boll, F. & Bezold, C. (1). 'Antike Beobachtung färbiger Sterne.' *ABAW/PH*, 1918, **89**, (30), no. 1.

Boll, F., Bezold, C. & Gundel, W. (1). (*a*) *Sternglaube, Sternreligion und Sternorakel.* Teubner, Leipzig, 1923. (*b*) *Sternglaube und Sterndeutung; die Gesch. ü. d. Wesen d. Astrologie.* Teubner, Leipzig, 1926.

Bolton, L. (1). *Time Measurement; an Introduction to Means and Ways of reckoning Physical and Civil Time.* Bell, London, 1924.

Bonelli, M. L. (1). 'Globi Terrestri e Celesti.' *QMSF*, 1950, 8 pp.

Boodberg, P. A. (1). 'Chinese Zoographic Names as Chronograms.' *HJAS*, 1940, **5**, 128.

Borchardt, L. (1). 'Die altägyptische Zeitmessung.' In E. v. Bassermann-Jordan's *Die Geschichte d. Zeitmessung u. d. Uhren.* de Gruyter, Berlin, 1920.

Bosanquet, R. H. M. & Sayce, A. H. (1). 'Babylonian Astronomy.' *RAS/MN*, 1879, **39**, 454; 1880, **40**, 105, 565.

Bosch, F. D. K. (1). 'Le Motif de l'Arc-à-Biche à Java et au Champa.' *BEFEO*, 1931, **31**, 485.

Bosmans, H. (1). 'Une Particularité de l'Astronomie Chinoise au 17ème Siècle' (the substitution by Verbiest of sexagesimal for the Chinese decimal graduation of degrees and minutes). *ASSB*, 1903 (1), **27**, 122. (Contains also bibliographical details on Verbiest's *Astronomia Europaea.*)

Bosmans, H. (2). 'Ferdinand Verbiest, Directeur de l'Observatoire de Péking.' *RQS*, 1912, **71**, 196, 375.

Boson, G. (1). 'Alcuni Nomi di Pietre nelle Inscrizioni Assiro-Babilonesi.' *RSO*, 1914, **6**, 969.

Boson, G. (2). 'I Metalli e le Pietri nelle Inscrizioni Assiro-Babilonesi.' *RSO*, 1917, **7**, 379.

Bouché-Leclercq, A. (1). *L'Astrologie Grecque.* Leroux, Paris, 1899.

Bouché-Leclercq, A. (2). *Histoire de Divination dans l'Antiquité.* 4 vols. Leroux, Paris, 1879—82.

Boyer, C. B. (3). 'Refraction and the Rainbow in Antiquity.' *ISIS*, 1956, **47**, 383.

Brahe, Tycho (1). *Astronomiae Instauratae Mechanica.* Wandesburg, 1598. [See Raeder, Strömgren & Strömgren.]

Bravais, A. (1). 'Mémoire sur les Halos et les Phénomènes optiques qui les accompagnent.' *JEP*, 1847, **18** (no. 31), 1—270; cf. 1845, **18** (no. 30), 77, 97.

Brennand, W. (1). *Hindu Astronomy.* Straker, London, 1896.

Bretschneider, E. (7). 'Chinese Intercourse, etc. I. Accounts of Foreign Countries.' *CR*, **4**, 312, 385.

Britten, F. J. (1). *Old Clocks and Watches, and their Makers* (6th ed.).

Spon, London, 1932.

Brooks, C. E. (1). 'The Climatic Changes of the Past 1000 Years.' *EXP*, 1954, **10**, 153.

Brown, B. (1). *Astronomical Atlases, Maps and Charts, an historical and general Guide.* Search, London, 1932.

Bruce, J. P. (1) (tr.). *The Philosophy of Human Nature, translated from the Chinese, with notes.* Probsthain, London, 1922. (Chs. 42—8, inclusive, of *Chu Tzu Chhüan Shu.*)

Brunet, P. & Mieli, A. (1). *L'Histoire des Sciences (Antiquité).* Payot, Paris, 1935.

Budge, E. A. Wallis (3) (ed.). *Cuneiform Texts from Babylonian Tablets, etc. in the British Museum.* 41 vols. 1896—1931.

Bulling, A. (1). 'Descriptive Representations in the Art of the Chhin and Han Period.' Inaug. Diss., Cambridge, 1949.

Bunbury, E. H. (1). *History of Ancient Geography among the Greeks and Romans from the earliest Ages till the Fall of the Roman Empire.* 2 vols. Murray, London, 1879 and 1883.

de Burbure, A. (1). 'Quelques Précédents Expansionnistes Belges dans l'Hémisphère Chinois' (on Verbiest). *RCB*, 1951, **6**, 305.

Burgess, E. (1) (tr.). *Sūrya Siddhānta; translation of a Textbook of Hindu Astronomy, with notes and an Appendix.* Ed. P. Gangooly, introd. by P. Sengupta. Calcutta, 1860. (Reprinted 1935.)

Burgess, J. (1). 'On Hindu Astronomy.' *JRAS*, 1893, p. 758.

Burland, C. A. (1). 'A 360–Day Count in a Mexican Codex.' *MA*, 1947, **47**, 106.

Burtt, E. A. (1). *The Metaphysical Foundations of Modern Science.* New York and London, 1925.

Cable, M. & French, F. (1). *The Gobi Desert.* Hodder & Stoughton, London, 1942.

Cable, M. & French, F. (2). *China, her Life and her People.* Univ. of London Press, London, 1946.

Cajori, F. (5). *A History of Physics, in its elementary branches, including the evolution of Physical Laboratories.* Macmillan, New York, 1899.

Calder, I. R. F. (1). 'A Note on Magic Squares in the Philosophy of Agrippa of Nettesheim.' *JWCI*, 1949, **12**, 196.

Cammann, S. (2). 'The TLV Pattern on the Cosmic Mirrors of the Han Dynasty.' *JAOS*, 1948, **68**, 159.

Capelle, W. (1). *Berges-und Wolkenhöhen bei griechischen Physikern. Stoicheia*, no. 5, 1916.

Carus, P. (2). *Chinese Thought.* Open Court, Chicago, 1907.

Cary, G. (1). *The Medieval Alexander.* Ed. D. J. A. Ross, C. U. P.,

Cambridge, 1956. (A study of the origins and versions of the Alexander-Romance; important for medieval ideas on the flying-machine and the diving-bell or bathyscaphe.)

Casanova, P. (1). 'La Montre du Sultan Noūr al-Dīn.' *SYR*, 1923, 4, 282.

Cassini, J. D. (1). 'Réflexions sur la Chronologie Chinoise.' *MRASP*, 1730 (1690), 8, 300.

Chalmers, J. (1). 'Appendix on the Astronomy of the Ancient Chinese.' In Legge's transl. of the *Shu Ching*, p. [90] (Chinese Classics, vol. 3), Hongkong, 1865. Chinese tr. by Hsiang Ta, *KHS*, 1926, **11** (no. 12).

Chamberlain, B. H. (1). *Things Japanese.* Murray, London. 2nd ed. 1891; 3rd ed. 1898.

Chang Chun-Ming (1). 'The Genesis and Meaning of Huan Khuan's "Discourses on Salt and Iron".' *CSPSR*, 1934, 18, 1.

Chang Yü-Chê (1). 'Chang Hêng, a Chinese Contemporary of Ptolemy.' *POPA*, 1945, **53**, 1.

Chang Yü-Chê (2). 'Chang Hêng, Astronomer.' *PC*, 1956 (no. 1), 31.

Chatley, H. (1). MS. translation of the astronomical chapter (ch. 3, Thien Wên) of *Huai Nan Tzu.* Unpublished. (Cf. note in *O*, 1952, **72**, 84.)

Chatley, H. (5). 'Chinese Natural Philosophy and Magic.' *JRSA*, 1911, **59**, 557.

Chatley, H. (8). 'Ancient Chinese Astronomy.' *ASR*, 1938, Jan. (Reprinted by the China Society.)

Chatley, H. (9). 'Ancient Chinese Astronomy.' *RAS/ON*, 1939, no. 5, 65.

Chatley, H. (10). 'The Date of the Hsia Calendar *Hsia Hsiao Chêng.*' *JRAS*, 1938, 523.

Chatley, H. (10*a*). 'The Riddle of the *Yao Tien* Calendar.' (Appendix to Chatley 10), *JRAS*, 1938, p. 530.

Chatley, H. (11). '"The Heavenly Cover", a Study in Ancient Chinese Astronomy.' *O*, 1938, **61**, 10.

Chatley, H. (12). 'The Lunar Mansions in Egypt.' *ISIS*, 1940, **31**, 394.

Chatley, H. (13). 'Ancient Egyptian Star Tables and the Decans.' *O*, 1943, **65**, 121.

Chatley, H. (14). 'The Egyptian Celestial Diagram.' *O*, 1940, **63**, 68.

Chatley, H. (15). 'The Cycles of Cathay' (planetary cycles). *JRAS/NCB*, 1934, **65**, 36. (Addendum, *O*, 1937, **60**, 171.)

Chatley, H. (16). 'Thai Chi Shang Yuan; the Chinese Astrological Theory of Creation.' *JRAS/NCB*, 1926, **67**, 7; *TH*, 1937, **4**, 49. (Addendum, *O*, 1937, **60**, 171.)

Chatley, H. (17). 'Planetary Periods from the Han Histories.' *CJ*, 1936, **24**, 172.

Chatley, H. (18). 'The Chinese Calendar' [the 24 *chhi*]. *CJ*, 1933, **19**.

Chatley, H. (19). 'The True Era of the Chinese Sixty-Year Cycle.' *TP*, 19, **34**, 138.

Chatley, H. (20). 'The Sixty-Year and other Cycles.' *CJ*, 1934, **20**.

Chatley, H. (21). 'Sinological Notes' (on de Saussure (25), concerning planetary conjunctions, and on the Yao Tien chapter of the *Shu Ching*). *JRAS/NCB*, 1934, **65**, 187.

Chatley, H. (22). 'The Hangchow Bore.' *ASR*, 1950; *DHA*, 1950.

Chauvenet, W. (1). *Manual of Spherical and Practical Astronomy.* Lippincott, Philadelphia, 1900.

Chavannes, E. (1). *Les Mémoires Historiques de Se-Ma Ts'ien* [Ssuma Chhien]. 5 vols. Leroux, Paris, 1895—1905. (Photographically reproduced, in China, without imprint and undated.)

1895 vol. 1 tr. *Shih Chi*, chs. 1, 2, 3. 4.

1897 vol. 2 tr. *Shih Chi*, chs. 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

1898 vol. 3 (i) tr. *Shih Chi*, chs. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.
vol. 3 (ii) tr. *Shih Chi*, chs. 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

1901 vol. 4 tr. *Shih Chi*, chs. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42.

1905 vol. 5 tr. *Shih Chi*, chs. 43, 44, 45, 46, 47.

Chavannes, E. (3) (tr). 'Le Voyage de Song [Sung] Yün dans l'Udyāna et le Gandhāra.' *BEFEO*, 1903, **3**, 379.

Chavannes, E. (6) (tr.). 'Les Pays d'Occident d'après le *Heou Han Chou.*' *TP*, 1907, **8**, 149. (Ch. 118, on the Western Countries, from *Hou Han Shu.*)

Chavannes, E. (7). 'Le Cycle Turc des Douze Animaux.' *TP*, 1906, **7**, 51.

Chavannes, E. (8). 'L'Instruction d'un Futur Empereur de Chine en l'an 1193' (on the astronomical, geographical, and historical charts inscribed on stone steles in the Confucian temple at Suchow, Chiangsu). In *Mémoires concernant l'Asie Orientale* (publ. Acad. des Inscriptions et Belles Lettres), vol. 1, p. 19. Leroux, Paris, 1913.

Chavannes, E. (9). *Mission Archéologique dans la Chine Septentrionale.* 2 vols. and portfolio of plates. Leroux, Paris, 1909—15. (Publ. de l'Ecole Franç. d'Extr. Orient, no. 13.)

Chavannes, E. (10). 'Les Deux Plus Anciens Spécimens de la Cartographie Chinoise.' *BEFEO*, 1903, **3**, 214. (With addendum by P. Pelliot.) (Rectifications in Chavannes (8), p. 20.)

Chavannes, E. (13). 'Le Calendrier des Yin [Shang].' *JA*, 1890 (8e sér.) **16**, 463.

Chavannes, E. (14). *Documents sur les Tou-Kiue (Turcs)* [*Thu-Chüeh*]

Occidentaux, recueillis et commentés par E.C...Imp. Acad. Sci., St Petersburg, 1903.

Chavannes, E. (16). 'Trois Généraux Chinois de la Dynastie des Han Orientaux.' *TP*, 1906, 7, 210. (Tr. ch. 77 of the *Hou Han Shu* on Pan Chhao, Pan Yung and Liang Chhin.)

Chavannes, E. & Pelliot, P. (1). 'Un Traité Manichéen retrouvé en Chine, traduit et annoté.' *JA*, 1911 (10e sér.), **18**, 499; 1913 (11e sér.), **1**, 99, 261.

Chêng, K. Y. (1). 'The Floods and Droughts of the Lower Yangtze Valley and their Predictions.' *Memoirs Nat. Inst. Meteorol. Nanking*, 1937, no. 9.

Chesneaux, J. & Needham, J. (1). *Les Sciences en Extrême-Orient du 16ème au 18ème Siècle*. In *Histoire Génerale des Sciences*, vol. 2, ed. R. Taton, Presses Universitaires de France, Paris (in the press).

Chhen Ta (1). 'Chinese Migrations with special reference to Labour Conditions.' *Bull. U.S. Bureau Labour Statistics*, no. 340, Washington, 1923.

Chhien Chung-Shu (2). 'China in the English Literature of the Eighteenth Century.' *QBCB/E*, 1941 (N.S.), **2**, 7.

Childe, V. Gordon (8). 'The Oriental Background of European Science.' *MQ*, 1938, **1**, 105.

Chu Kho-Chen (1) (Chu Coching)=*1,2*. 'The Origin of the Twenty-eight Mansions in Astronomy.' *POPA*, 1947, **55**, 62.

Chu Kho-Chen (2). 'Some Chinese Contributions to Meteorology.' *GR*, 1918, **5**, 136.

Chu Kho-Chen (3). 'Climatic Pulsations in China.' *GR*, 1926, **16**, 274.

Chu Kho-Chen (4). 'Climatic Changes during Historic Time in China.' *TSSC*, 1932, **7**, 127; *JRAS/NCB*, 1931, **62**, 32.

Chu Kho-Chen (5). *The Climatic Provinces of China*. Memoir No. 1, Academia Sinica Nat. Inst. of Meteorology, Nanking, 1930.

Chu Kho-Chen (6). 'A Preliminary Study on the Weather Types of Eastern China.' *TSSC*, 1926, **4**, 33.

Chu Kho-Chen (7). 'The Contribution of Chinese Scientists to Astronomy in the Early and Middle Ages' (in Russian). *PRDA*, 1953, **42** (no. 10), 66.

Chu Kho-Chen (8). 'The Origin of the Twenty-eight Lunar Mansions.' Paper presented to the VIIIth International Congress of the History of Science, Florence, 1956.

Ciampini, J. (1). 'An Abstract of a Letter wrote some time since by Signior John Ciampini of Rome to Fr. Bernard Joseph a Jesu-Maria, etc., concerning the Asbestus, and manner of spinning and weaving an Incombustible Cloath thereof.' *PTRS*, 1701, **22**, 911.

Clark, G. N. (1). *Science and Social Welfare in the Age of Newton.* Oxford. 2nd ed. 1949.

Clark, R. T. Rundle (1). 'The Legend of the Phoenix, a Study in Egyptian Religious Symbolism.' *UBHJ,* 1949, **2**, 1; 1950, **3**, 114.

Clark, W. E. (2). '[History of] Science [in India].' Art. in *The Legacy of India.* Ed. G. T. Garrett, p. 335. Oxford, 1937.

Clark, W. E. (3) (tr.). *The Āryabhaṭīya of Āryabhaṭa; an ancient Indian Work on Mathematics and Astronomy.* Univ. of Chicago Press, Chicago, 1930.

Clarke, J. & Geikie, A. (1). *Physical Science in the Time of Nero, being a Translation of the 'Quaestiones Naturales' of Seneca, with notes by Sir Archibald Geikie.* Macmillan, London, 1910.

Clerke, A. M. (1). *The System of the Stars.* Black, London, 1905.

Colebrooke, H. T. (1). 'On the Indian and Arabian Divisions of the Zodiack.' *TAS/B* (Asiatick Researches), 1807, **9**, 323.

Colebrooke, H. T. (2) (tr.). *Algebra, with Arithmetic and Mensuration, from the Sanskrit of Brahmagupta and Bhāskara.* Murray, London, 1817.

Colson, F. H. (1). *The Week; an essay on the Origin and Development of the Seven-Day Cycle.* Cambridge, 1926.

Colton, A. L. (1). (On apparent size of the sun at low altitudes.) In *Meteors and Sunsets observed by the Astronomers of the Lick Observatory in 1893, 1894 and 1895.* Lick Observatory Contributions, no. 5, p. 71, Sacramento, 1895.

Conrady, A. & Erkes, E. (1). *Das älteste Dokument zur chinesische Kunstgeschichte, Tien-Wên, die 'Himmelsfragen' d. K'üh Yüan, abgeschl. u. herausgeg. v. E. Erkes.* Leipzig, 1931. Critiques: B. Karlgren, *OLZ,* 1931, **34**, 815; H. Maspero, *JA,* 1933, **222**, 59; Hsü Tao-Lin, *SA,* 1932, **7**, 204.

Cooper, E. R. (1). 'The Davis Backstaff or English Quadrant.' *MMI,* 1944, **30**, 59.

Copernicus, Nicholas (1). *De Revolutionibus Orbium Coelestium.* Nürnberg, 1543.

Cordier, H. (1). *Histoire Générale de la Chine.* 4 vols. Geuthner, Paris, 1920.

Cordier, H. (4). *Les Monstres dans la légende et dans la Nature (Etudes sur les Traditions Tératologiques).* Pr. pub., Paris, 1890.

Cordier, H. (7). 'The Life and Labours of Alexander Wylie.' *JRAS,* 1887, **19**, 351.

Cordier, H. (8). *Essai d'une Bibliographie des Ouvrages publiés en Chine par les Européens au 17e et au 18e Siècle.* Leroux, Paris, 1883.

Cortesão, A (1). *Cartografia e Cartografos Portugueses dos Seculos...*

15e e 16e. 2 vols. Lisbon, 1935.

Costard, G. (1). 'A Letter...concerning the Chinese Chronology and Astronomy.' *PTRS*, 1747, **44**, 476.

Couling, S. (1). *Encyclopaedia Sinica*. Kelly & Walsh, Shanghai; O.U.P., Oxford & London, 1917.

Courant, M. (1). *Bibliographie Coréenne*. Paris, 1895. (Pub. Ecole Langues Or. Viv. (3ᵉ sér.), no. 19.)

Couvreur, F. S. (1) (tr.). *Tch'ouen Ts'iou* [*Chhun Chhiu*] *et Tso Tchouan* [*Tso Chuan*]; *Texte Chinois avec Traduction Française*. 3 vols. Mission Press, Hochienfu, 1914.

Couvreur, F. S. (2). *Dictionnaire Classique de la Langue Chinoise*. Mission Press, Hsienhsien, 1890 (photographically reproduced, Vetch, Peiping, 1947).

Couvreur, F. S. (3) (tr.). *'Li Ki'* [*Li Chi*], *ou Mémoires sur les Bienséances et les Cérémonies*. 2 vols. Hochienfu, 1913.

Cowell, P. H. & Crommelin, A. C. D. (1). See Olivier (1), p. 102. 1908.

Cranmer, G. E. (1). 'Denver's Chinese Sundial.' *POPA*, 1950, **58**, 119.

Creel, H. G. (1). *Studies in Early Chinese Culture* (1st series). Waverly, Baltimore, 1937.

Creel, H. G. (4). *Confucius; the Man and the Myth*. Day, New York, 1949; Kegan Paul, London, 1951. Reviewed D. Bodde, *JAOS*, 1950, **70**, 199.

Cressey, G. B. (2). 'The Evolution of Chinese Cartography.' *GR*, 1934, **24**, 497.

Crew, H. & de Salvio, A. (1) (tr.). *Dialogues concerning Two New Sciences of Galileo*. New York, 1914.

Crombie, A. C. (1). *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science*. Oxford, 1953.

Crombie, A. C. (2). *Augustine to Galileo; the History of Science, +400 to +1650*. Falcon, London, 1952.

Cronin, V. (1). *The Wise Man from the West* (biography of Matteo Ricci). Hart-Davies, London, 1955.

da Cruz, Gaspar (1). *Tractado em que se cõtam muito por estẽco as cousas da China*. Evora, 1569, 1570 (the first book on China printed in Europe), tr. Boxer (1), and originally in *Purchas his Pilgrimes*, vol. 3, p. 81. London, 1625.

Dalton, O. M. (1). 'The Byzantine Astrolabe at Brescia' [of +1062]. *PBA*, 1926, **12**, 133.

Damry, A. (1). 'Le Père Verbiest et l'Astronomie Sino-Européenne.' *CET*, 1913, **34** (no. 7), 215.

Danjon, A. (1). *Astronomie Générale; Astronomie Sphérique et Eléments de Mécanique Céleste*. Sennac, Paris, 1952.

Danjon, A. & Couderc, P. (1). *Lunettes et Télescopes*. Paris, 1935.

Dareste, C. (1). *Recherches sur la Production Artificielle des Monstruosités; ou, Essais de Tératogénie Expérimentale*. Reinwald, Paris, 1877.

Das, S. R. (1). 'Astronomical Instruments of the Hindus.' *IHQ*, 1928, **4**, 256.

Das, S. R. (2). 'The Alleged Greek Influence on Hindu Astronomy.' *IHQ*, 1928, **4**, 68.

Datta, B. (1). 'On the Origin and Development of the Idea of Per Cent.' *AMM*, 1927, **34**, 530.

Datta, B. (2). *The Science of the Śulba, A Study in Early Hindu Geometry*. Univ. Press, Calcutta, 1932.

Datta, B. (3). 'Vedic Mathematics.' In *Cultural Heritage of India*, vol. 3, p. 382.

Datta, B. & Singh, A. N. (1). *History of Hindu Mathematics*. 2 vols. Motilal Banarsi Das, Lahore, 1935 (vol. 1), 1938 (vol. 2) (rev. O. Neugebauer, *QSGM/A*, 1936, **3**, 263).

Daudin, P. (1). '*L'Unité de Longueur dans l'Antiquité Chinoise*. Saigon, 1939.

Daumas, M. (1). *Les Instruments Scientifiques aux 17ᵉ et 18ᵉ Siècles*. Presses Univ. de France, Paris, 1953.

Davis, J. F. (2). 'On the Chinese Year.' *PTRS*, 1823, **113**, 91.

Dehergue, J. (2). (*a*) 'Gaubil, Historien de l'Astronomie Chinoise.' *BUA*, 1945, (3ᵉ sér.), **6**, 168. (*b*) 'Le Père Gaubil et ses correspondants (1639—1759).' *BUA*, 1944 (3ᵉ sér.), 5, 354. (The 1945 paper has a very full index (with Chinese characters) to persons and other proper names, and subjects, in Gaubil, 1—5)

Delambre, M. (1). *Histoire de l'Astronomie*. 6 vols. 1817—27. (Vol. 1 includes *Ancienne Astronomie des Chinois*, pp. 347—99.) Courcier, Paris, 1817—27.

Delporte, E. (1). *Atlas Céleste*. (International Astronomical Union, Report of Commission 3.) Cambridge, 1930.

Delporte, E. (2). *Délimitation Scientifique des Constellations (Tables et Cartes)*. (International Astronomical Union, Report of Commission 3.) Cambridge, 1930.

Demiéville, P. (2). Review of Chang Hung-Chao (*1*). *BEFEO*, 1924, **24**, 276.

Derham, W. (1). *Philosophical Experiments and Observations of Dr Robert Hooke*. London, 1726.

Destombes, M. (1). 'Les Observations Astronomiques des Chinois au Lin-Yi.' In Stein, R. A. (1), p. 315.

Destombes, M. (2). 'Globes Célestes et Catalogues d'Etoiles orientaux

[Arabes] du Moyen-Age.' *Proc. VIIIth International Congress of the History of Sciences, Florence,* 1956, 313.

Destombes, M. (3). 'Note sur le Catalogue d'Etoiles du Calife al-Ma'mūn.' *Proc. VIIIth International Congress of the History of Sciences, Florence,* 1956, 309.

Destombes, M. (4). 'L'Orient et les Catalogues d'Etoiles au Moyen Age.' *A/AIHS,* 1956, **9**, 339.

Dicks, D. R. (1). 'Ancient Astronomical Instruments.' Inaug. Diss. London, 1953. Abridged in *JBASA,* 1954, **64**, 77.

Diels, H. (1). *Antike Technik.* Teubner, Leipzig & Berlin, 1914. 2nd ed. 1920 (rev. B. Laufer, *AAN,* 1917, **19**, 71).

Dingle, H. (1). 'The Essential Elements in the Scientific Revolution of the +17th century.' In *Actes du VIIe Congrès Internat. d'Histoire des Sciences,* p. 272. Jerusalem, 1953.

Dingle, H. (2). 'Astronomy in the +16th and +17th centuries.' art. in *Science, Medicine and History,* Singer Presentation Volume, ed. E. A. Underwood, vol. 1, p. 455, Oxford, 1953.

Dittrich, A. (1). 'Solstitium Hi-Kungi quod a. a. Chr. n. 656 evenit.' *MSRLSB/S,* 1952 (1953), no. 7.

Doodson & Warburg (1). *Admiralty Manual of Tides.* 1941.

Doré, H. (1). *Recherches sur les Superstitions en Chine.* 15 vols. T'u-Se-Wei Press, Shanghai, 1914—29.

Pt. I, vol. 1, pp. 1—146: 'superstitious' practices, birth, marriage and death customs (*VS,* no. 32).

Pt. I, vol. 2, pp. 147—216: talismans, exorcisms and charms (*VS,* no. 33).

Pt. I, vol. 3, pp. 217—322: divination methods (*VS,* no. 34).

Pt. I, vol. 4, pp. 323—488: seasonal festivals and miscellaneous magic (*VS,* no. 35).

Pt. I, vol. 5, sep. pagination: analysis of Taoist talismans (*VS,* no. 36).

Pt. II, vol. 6, pp. 1—196: pantheon (*VS,* no. 39).

Pt. II, vol. 7, pp. 197—298: pantheon (*VS,* no. 41.)

Pt. II, vol. 8, pp. 299—462: pantheon (*VS,* no. 42).

Pt. II, vol. 9, pp. 463—480: pantheon, Taoist (*VS,* no. 44).

Pt. II, vol. 10, pp. 681—859: Taoist celestial bureaucracy (*VS,* no. 45).

Pt. II, vol. 11, pp. 860—1052: city-gods, field-gods, trade-gods (*VS,* no. 46).

Pt. II, vol. 12, pp. 1053—1286: miscellaneous spirits, stellar deities (*VS,* no. 48).

Pt. III, vol. 13, pp. 1—263: popular Confucianism, sages of the Wên

Miao (*VS*, no. 49).
Pt. III, vol. 14, pp. 264—606: popular Confucianism, historical figures (*VS*, no. 51).
Pt. III, vol. 15, sep. pagination: popular Buddhism, life of Gautama (*VS*, no. 57).

Douglas, R. K. (1). Miscellaneous translations. *OAA*, 1882, 1, 1.

Douthwaite, A. W. (1). 'Analyses of Chinese Inorganic Drugs.' *CMJ*, 1890, 3, 53.

Drachmann, A. G. (1). 'Hero's and Pseudo-Hero's Adjustable Siphons.' *JHS*, 1932, **52**, 116.

Drachmann, A. G. (2). 'Ktesibios, Philon and Heron; a Stuby in Ancient Pneumatics.' *AHSNM*, 1948, **4**, 1—197.

Drachmann, A. G. (3). 'Heron and Ptolemaios.' *CEN*, 1950, **1**, 117.

Drachmann, A. G. (6). 'The Plane Astrolabe and the Anaphoric Clock.' *CEN*, 1954, **3**, 183.

Drecker, J. (1). *Zeitmessung und Sterndeutung in geschichtlicher Darstellung*. Berlin, 1925.

Drecker, J. (2). 'Gnomon und Sonnenuhren.' Inaug. Diss., Aachen, 1909.

Drecker, J. (3). *Die Theorie der Sonnenuhren*. de Gruyter, Berlin, 1925. (Gesch. d. Zeitmessung u.d. Uhren, Liefg. E.)

Dreyer, J. L. E. (1). 'On the Origin of Ptolemy's Catalogue of Stars.' *RAS/MN*, 1917, **77**, 528; 1918, **78**, 343.

Dreyer, J. L. E. (2). 'The Instruments in the Old Observatory in Peking.' *PRIA*, 1883 (2nd ser.), **3**, 468; *C*, 1881, **1**, 134.

Dreyer, J. L. E. (3). *Tycho Brahe; a Picture of Scientific Life and Work in the +16th Century*. Black, Edinburgh, 1890.

Dreyer, J. L. E. (4). *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*. Cambridge, 1906. Reissued, in photolitho form with paper covers, as *A History of Astronomy from Thales to Kepler*, Dover, New York, 1953.

Drover, C. B. (1). 'A Mediaeval Monastic Water-Clock.' *AHOR*, 1954.

Dubois-Reymond, C. (1). 'A Chinese Sun-Dial.' *JRAS/NCB*, 1914, **45**, 85.

Dubs, H. H. (2) (tr., with assistance of Phan Lo-Chi and Jen Thai). *History of the Former Han Dynasty, by Pan Ku; a Critical Translation with Annotations*. 3 vols. Waverly, Baltimore, 1938.

Dubs, H. H. (5). 'The Beginnings of Alchemy.' *ISIS*, 1947, **38**, 62.

Dubs, H. H. (6). 'A Military Contact between Chinese and Romans in -36.' *TP*, 1940, **36**, 64.

Dubs, H. H. (7). *Hsün Tzu; the Moulder of Ancient Confucianism*. Probsthain, London, 1927.

Dubs, H. H (20). 'The Growth of a Sinological Legend; A Correction

to Yule's "Cathay".' (The supposed bringing of Greek astronomical books to China in +164.) *JAOS*, 1946, **66**, 182.

Dubs, H. H. (21). 'The Conjunction of May -205.' *JAOS*, 1935, **55**, 310. Reprinted in Dubs (2), vol. 1, p. 151.

Dubs, H. H. (22). 'Canon of Lunar Eclipses for Anyang and China, −1400 to −1000.' *HJAS*, 1947, **10**, 126

Dubs, H. H. (23). 'Eclipses during the first 50 years of the Han Dynasty.' *JRAS/NCB*, 1935, **66**, 73. Reprinted, in altered form, in Dubs (2), vol. 1, p. 288.

Dubs, H. H. (24). 'Solar Eclipses during the Former Han Dynasty.' *OSIS*, 1938, **5**, 499. Reprinted, emended, in Dubs (2), vol. 3, pp. 546 ff.

Dubs, H. H. (26). 'The Date of the Shang Period.' *TP*, 1951, **40**, 322. Postscript, *TP*, 1953, **42**, 101.

Dubs, H. H. (29). 'An Ancient Military Contact between Romans and Chinese.' *AJP*, 1941, **62**, 322.

Dubs, H. H. (30). 'A Roman Influence on Chinese Painting.' *CP*, 1943, **38**, 13.

Dudeney, H. E. (1). 'Magic Squares.' *EB* (14th ed.), vol. 14, p. 627.

D[udgeon], J[ohn] (1). Letter commenting on Wylie (15), and identifying Fukienese *mi* (Sunday) as the first Syllable of Mithras and *mitra*. *CRR*, 1871, **4**, 195.

Duhem, P. (1). *Etudes sur Léonard de Vinci.* 3 vols. Hermann, Paris.
Vols. 1, 2: 'Ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu.' 1906, 1909.
Vol. 3: 'Les précurseurs Parisiens de Galilée.' 1913.
(Vol. 1: Albert of Saxony, Bernardino Baldi, Themon, Cardan, Palissy, etc.
Vol. 2: Nicholas of Cusa, Albertus Magnus, Vincent of Beauvais, Ristoro d'Arezzo, etc.
Vol. 3: Buridan, Soto, Nicholas d'Oresme, etc.)

Duhem, P. (3). *Le Système du Monde; Histoire des Doctrines Cosmologiques de Platon à Copernic.* 5 vols. Paris, 1913—17.

Durand, V. & de la Noë, G. (1). 'Cadran Solaire Portatif trouvé au Crêt-Châtelard, commune de St Marcel-de-Felines (Loire).' *MSAF*, 1896 (6[e] sér.), 7[57], 1.

Duyvendak, J. J. L. (1). 'Sailing Directions of Chinese Voyages' (a Bodleian Library MS.). *TP*, 1938, **34**, 230.

Duyvendak, J. J. L. (6). Comments on Pasquale d'Elia's *Galileo in Cina*. *TP*, 1948, 38, 321.

Duyvendak, J. J. L. (8). *China's Discovery of Africa.* Probsthain, London, 1949. (Lectures given at London University, Jan. 1947; rev. P. Paris, *TP*, 1951, **40**, 366.)

Duyvendak, J. J. L. (9). 'The True Dates of the Chinese Maritime Expeditions in the Early Fifteenth Century.' *TP*, 1939, **34**, 341.

Duyvendak, J. J. L. (10). 'Ma Huan Re-examined.' *VKAWA/L*, 1933 (n.s.), **32**, no. 3.

Duyvendak, J. J. L. (11). 'Voyages de Tchêng Houo [Chêng Ho].' In Yusuf Kamal, *Monumenta Cartographica*, 1939, vol. 4, pp. 1411ff.

Duyvendak, J. J. L. (12). 'The Last Dutch Embassy to the Chinese Court' (+1794 to +1795). *TP*, 1938, **34**, 1, 223; 1939, **35**, 329.

Duyvendak, J. J. L. (16). 'An Illustrated Battle-Account in the History of the Former Han Dynasty.' *TP*, 1938, **34**, 249.

Duyvendak, J. J. L. (17). 'The "Guest-Star" of +1054.' *TP*, 1942, **36**, 174.

Duyvendak, J. J. L. (20). 'A Chinese *Divina Commedia*.' *TP*, 1952, **41**, 255. (Also sep. pub., Brill, Leiden, 1952.)

Duyvendak, J. J. L., Mayall, N. V. & Oordt, J. H. (1). 'Further Data bearing on the Identification of the Crab Nebula with the Supernova of +1054.' *PASP*, 1942. **54**, 91.

Dye, D. S. (1). *A Grammar of Chinese Lattice*. 2 vols. Harvard-Yenching Institute, Cambridge, Mass., 1937. (Harvard-Yenching Monograph Series, nos. 5, 6.)

Earle, A. M. (1). *Sundials and Roses of Yesterday*. Macmillan, New York & London, 1902.

Eberhard, W. (6). 'Beiträge zur kosmologischen Spekulation Chinas in der Han-Zeit.' *BA*, 1933, **16**, 1.

Eberhard, W. (9). *A History of China from the Earliest Times to the Present Day*. Routledge & Kegan Paul, London, 1950. Tr. from the Germ. ed. (Swiss pub.) of 1948 by E. W. Dickes. Turkish ed. *Čin Tarihi*, Istanbul, 1946. (Crit. K. Wittfogel, *AA*, 1950, **13**, 103; J. J. L. Duyvendak, *TP*, 1949, **39**, 369; A. F. Wright, *FEQ*, 1951, **10**, 380.)

Eberhard, W. (10). 'Neuere chinesische und japanische Arbeiten zur altchinesischen Astronomie.' *AM*, 1933, **9**, 597.

Eberhard, W. (11). 'Frühchinesische Astronomie.' *FF*, 1933, **9**, 252. (Summary of Eberhard & Henseling and of Eberhard, Müller & Henseling q.v.)

Eberhard, W. (12). 'Untersuchungen an astronomischen Texten des Chinesischen Tripiṭaka.' *MS*, 1940, **5**, 208.

Eberhard, W. (13). 'Das astronomische Weltbild im alten China.' *NW*, 1936, **24**, 517.

Eberhard, W. (14). Review and critique of Liu Chao-Yang (6) on the ancient calendars. *OR*, 1949, **2**, 179.

Eberhard, W. (15). 'Chinesische Volkskalender und buddhistisches Tripiṭaka.' *OLZ*, 1937, p. 346.

Eberhard, W. (16). 'Index of Words in the Papers of W. Eberhard and his collaborators on Chinese Astronomy.' *MS*, 1942, **7**, 242.

Eberhard, W. & Henseling, R. (1). 'Beiträge z. Astronomie d. Han-Zeit, I. Inhalt des Kapitels ü. Zeiteinteilung d. Han-Annalen.' *SPAW/PH*, 1933, **23**, 209.

Eberhard, W. & Müller, R. (1). 'Contributions to the Astronomy of the Han Period. III. The Astronomy of the Later Han.' *HJAS*, 1936, **1**, 194.

Eberhard, W. & Müller, R. (2). 'Contributions to the Astronomy of the San Kuo Period.' (Includes translation of Wang Fan's *Hun Thien Hsiang Shuo.*) *MS*, 1936, **2**, 149. (Crit. H. Maspero, *JA*, 1939, **231**, 459.)

Eberhard, W., Müller, R. & Henseling, R. (1). 'Beiträge z. Astronomie d. Han-Zeit. II.' *SPAW/PH*, 1933, **23**, 937.

Edkins, J. (7). 'Star-Names among the Ancient Chinese.' *CR*, 1887, **16**, 257, 357. (Summary in *N*, 1888, **39**, 309.)

Edkins, J. (8). 'The Babylonian Origin of Chinese Astronomy and Astrology.' *CR*, 1885, **14**, 90.

Edkins, J. (10). 'On the Poets of China during the Period of the Contending States and of the Han Dynasty' (Chhü Yuan, etc.). *JPOS*, 1889, **2**, 201.

Eichelberger, W. S. (1). '[History of our Knowledge of] the Distances of the Heavenly Bodies.' *ARSI*, 1916, 169.

Eisler, Robert (1). *The Royal Art of Astrology.* Joseph, London, 1946. (Crit. H. Chatley, *O*, 1947, **67**, 187.)

Eisler, Robert (2). 'The Polar Sighting-Tube.' *A/AIHS*, 1949, **2**, 312.

Eisler, Robert (3). 'Early References to Fossil Fishes.' *ISIS*, 1943, **34**, 363.

d'Elia, Pasquale (1). 'Echi delle Scoperte Galileiane in Cina vivente ancora Galileo (1612—1640).' *AAL/RSM*, 1946, (8a ser.), **1**, 125. Republished in enlarged form as 'Galileo in Cina. Relazioni attraverso il Collegio Romano tra Galileo e i gesuiti scienzati missionari in Cina (1610—1640).' *Analecta Gregoriana*, **37** (Series Facultatis Missiologicae A (N/1)), Rome, 1947. (Reviews: G. Loria, *A/AIHS*, 1949, **2**, 513; J. J. L. Duyvendak, *TP*, 1948, **38**, 321; G. Sarton, *ISIS*, 1950, **41**, 220.)

d'Elia, Pasquale (2) (ed.). *Fonti Ricciani; Storia dell'Introduzione del Cristianismo in Cina*, 3 vols. Libreria dello Stato, Rome, 1942—9. Cf. Trigault (1); Ricci (1).

d'Elia, Pasquale (3). 'The Spread of Galileo's Discoveries in the Far East.' *EW*, 1950, **1**, 156. (English résumé of (1).)

d'Elia, Pasquale (4). 'Presentazione della prima Traduzione Cinese di

Euclide' (of Matteo Ricci & Hsü Kuang-Chhi) [with notes on the problem of the Yuan version]. *MS*, 1956, **15**, 161.

d'Elia, Pasquale (5). *Il Mappamondo Cinese del P. Matteo Ricci S. J. (3a edizione, 1602) conservato presso la Biblioteca Vaticana.* Vatican Library, Rome, 1938.

Elliott-Smith, Sir Grafton (1). (*a*) *The Ancient Egyptians and the Origin of Civilisation.* London, 1923. (*b*) *The Diffusion of Culture.* London, 1933. (*c*) *Human History.* London, 1934 (2nd ed.).

Erkes, E. (1) (tr.). 'Das Weltbild d. *Huai Nan Tzu*' (transl. of ch. 4). *OAZ*, 1918, **5**, 27.

Erkes, E. (8). 'Chhü Yüan's *Thien Wên.*' *MS*, 1941, **6**, 273.

Erkes, E. (11). Observations on Karlgren's 'Fecundity Symbols in Ancient China' (9). *BMFEA*, 1931, **3**, 63.

Erkes, E. (17). 'Chinesische-Amerikanische Mythenparallelen.' *TP*, 1925, **24**, 32.

van Esbroeck, G. (1). 'Commentaires Etymographiques sur les Jades Astronomiques.' *MCB*, 1951, **9**, 161.

van Esbroeck, G. (2). 'Les Sept Etoiles Directrices.' *MCB*, 1951, **9**, 171.

Fabre, M. (1). *Pékin, ses Palais, ses Temples, et ses Environs.* Librairie Française, Tientsin, 1937.

Fabricius, J. A. (1). *Bibliotheca Graeca*...Edition of G. C. Harles, 12 vols. Bohn, Hamburg, 1808.

Faraut, F. G. (1). *L'Astronomie Cambodgienne.* Schneider, Saigon; 1910.

Farrington, B. (4). *Greek Science (Thales to Aristotle); its meaning for us.* Penguin Books, London, 1944.

Farrington, B. (8). 'The Rise of Abstract Science among the Greeks.' *CEN*, 1953, **3**, 32.

Farrington, B. (15). 'The Greeks and the Experimental Method.' *D*, 1957, **18**, 68.

Feifel, E. (1) (tr.). *Pao Phu Tzu, Nei Phien*, chs. 1—3. *MS*, 1941, **6**, 113.

Teifel, E. (2) (tr.). *Pao Phu Tzu, Nei Phien*, ch. 4. *MS*, 1944, **9**, 1.

Feifel, E. (3) (tr.). *Pao Phu Tzu, Nei Phien*, ch. 11. *MS*, 1946, **11**, 1.

Feldhaus, F. M. (22). 'Die Uhren des Königs Alfons X von Spanien.' *DUZ*, 1930, **54**, 608.

Filliozat, J. (7). 'L'Inde et les Echanges Scientifiques dans l'Antiquité.' *JWH*, 1953, **1**, 353.

Filliozat, J. (8). 'La Pensée Scientifique en Asie Ancienne.' *BSEIC*, 1953, 28, 5. (On transmissions from Mesopotamia to China and India, on pneumatic medicine, the lunar mansions and the mathematical zero.)

Filliozat, J. (9). 'Le Symbolisme du Monument du Phnom Bǎkèn.' *BEFEO*, 1953, **49**, 527.

Fischer, Joseph (1). *Claudius Ptolemaeus; Geographiae Codex Urbinas Graecus 82 phototypice depictus.* 4 vols. (MS. of *c.* +1200.) Brill, Leiden, 1932.

Fischer, Otto (2). *Chinesische Malerei der Han-Dynastie.* Neff, Berlin, 1931.

Fischer, T. (1). *Sammlung mittelälterlicher Welt-und See-Karten italienischen Ursprungs.* Venice, 1877. (Beitr. z. Gesch. d. Erdkunde und d. Kartographie in Italien im Mittelalter.)

Fisher, R. A. (1). 'Reconstruction of the Sieve of Eratosthenes.' *MG*, 1929, **14**, 565.

Fisher, R. A. & Yates, F. (1). *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research.* Oliver & Boyd, Edinburgh, 1938, 1953.

Forbes, R. J. (5). 'The Ancients and the Machine.' *A/AIHS*, 1949, **2**, 919.

Forbes, R. J. (8). *Metallurgy* [*in the Mediterranean Civilisations and the Middle Ages*] in *A History of Technology*, ed. C. Singer *et al.* O.U.P., Oxford, 1956, vol. 2, p. 41.

Forke, A. (3) (tr.). *Me Ti* [*Mo Ti*] *des Sozialethikers und seiner Schüler philosophische Werke.* Berlin, 1922. (*MSOS*, Beibände, 23—5.)

Forke, A. (4) (tr.). *Lun Hêng, Philosophical Essays of Wang Chhung*: Vol. 1, 1907. Kelly & Walsh, Shanghai; Luzac, London; Harrassowitz, Leipzig. Vol. 2, 1911 (with the addition of Reimer, Berlin). (*MSOS*, Beibände, **10** and **14**.) (Crit. P. Pelliot, *JA*, 1912 (10ᵉ sér.), **20**, 156.)

Forke, A. (6). *The World-Conception of the Chinese; their Astronomical, Cosmological and Physicophilosophical Speculations* (Pt. 4 of this, on the Five Elements, is reprinted from Forke (4), vol. 2, App. 1). Probsthain, London, 1925. German tr. *Gedankenwelt des Chinesischen Kulturkreis.* München, 1927. Chinese tr. *Chhi-Na Tzu-Jan Kho-Hsüeh Ssu-Hsiang Shih.* Crit. B. Schindler, *AM*, 1925, **2**, 368.

Forke, A. (9). *Geschichte d. neueren chinesischen Philosophie* (i.e. from beg. of Sung to modern times). de Gruyter, Hamburg, 1938. (Hansische Univ. Abhdl. a. d. Geb. d. Auslandskunde, no. 46 (ser. B, no. 25).)

Forke, A. (13). *Geschichte d. alten chinesischen Philosophie* (i.e. from antiquity to beg. of Former Han). de Gruyter, Hamburg, 1927. (Hamburg. Univ. Abhdl. a. d. Geb. d. Auslandskunde, no. 25 (ser. B, no. 14).)

Fotheringham, J. K. (1). 'The Calendar.' *NA*, 1929 (1931), p. 734.

Fotheringham, J. K. (2). *Historical Eclipses.* Halley Lecture. Oxford, 1921. (Abstr. *JBASA*, 1921, **32**, 197.)

Fotheringham, J. K. (3). 'The Story of Hi and Ho.' *JBASA*, 1932, **43**, 248.

Fotheringham, J. K. (4). 'The New Star of Hipparchus and the Dates of Birth and Accession of Mithridates.' *RAS/MN*, 1919, **79**, 162.

Franck, H. A. (1). *Roving through Southern China.* Century, New York, 1925.

Frank, J. (1). *Die Verwendung des Astrolabs nach al-Chwarizmi* [*al-Khwārizmī*]. Mencke, Erlangen, 1922. (Abhdl. z. Gesch. d. Naturwiss u. d. Med. no. 3.)

Franke, H. (1). 'Some Remarks on the Interpretation of Chinese Dynastic Histories' (with special reference to the Yuan). *OR*, 1950, **3**, 113.

Franke, H. (2). 'Beiträge z. Kulturgeschichte Chinas unter der Mongolenherrschaft.' (Complete translation and annotation of the *Shan Chü Hsin Hua* by Yang Yü, +1360.) *AKML*, 1956, **32**, 1—160.

Franke, H. (8). 'Some Remarks on Yang Yü and his *Shan Chü Hsin Hua.*' *JOSHK*, 1955, **2**, 302.

Franke, O. (5). 'Zur Frage der Einführung des Buddhismus in China.' *MSOS*, 1910, **13**, 295.

Franke, O. (6). 'Der kosmische Gedanke in Philosophie und Staat d. Chinesen.' *VBW* (1925/1926), 1928, p. 1. (Reprinted in Franke (8), p. 271.)

Freeman, K. (1). *The Pre-Socratic Philosophers, a companion to Diels' 'Fragmente der Vorsokratiker'.* Blackwell, Oxford, 1946.

Fréret, N. (1). 'De l'Antiquité et de la Certitude de la Chronologie Chinoise.' *Mémoires de Littérature tirés des Registres de l'Acad. Roy. des Inscriptions et Belles-Lettres*, 1736, **10**, 377; 1743, **15**, 495; 1753, **18**, 178.

Fritsche, H. (1). *On Chronology and the Construction of the Calendar with special regard to the Chinese Computation of Time compared to the European.* (Lithographed handwriting.) Laverentz, St Petersburg, 1886.

Fritz, H. (1). *Die Periode d. solaren und erdlichen Phaenomäne.* Zürich, 1896. Eng. tr. by W. W. Reed, *MWR*, 1928, **56**, 401.

Fu, T. (1). 'Chinese Astronomy.' *ERE*, vol. 12, p. 74.

Fuchs, W. (1). *The 'Mongol Atlas' of China by Chu Ssu-Pên, and the 'Kuang Yü Thu'.* Fu-Jen Univ. Press, Peiping, 1946. (*MS/M*, no. 8) (rev. J. J. L. Duyvendak, *TP*, 1949, **39**, 197).

Gabrieli, G. (1). 'Giovanni Schreck Linceo, gesuita e missionario in Cina e le sue Lettere dell'Asia.' *RAL/MSF*, 1936 (sér. 6), **12**, 462.

Gabrieli, G. (2). 'I Lincei e la Cina.' *RAL/MSF*, 1936 (ser. 6), **12**, 242.

Galileo, Galilei (1). *Opera.* Florence, 1842.

Gallagher, L. J. (1) (tr.). *China in the 16th Century; the Journals of Matthew Ricci, 1583—1610.* Random House, New York, 1953. (A complete translation, preceded by inadequate bibliographical details, of Nicholas Trigault's *De Christiana Expeditione apud Sinas* (1615). Based on an earlier publication: *The China that Was; China as discovered by the Jesuits at the close of the 16th Century; from the Latin of Nicholas Trigault.* Milwaukee, 1942.) Identifications of Chinese names in Yang Lien-Shêng (4). Crit. J. R. Ware, *ISIS*, 1954, **45**, 395.

Gamow, G. (1). 'Supernovae.' *SAM*, 1949, **181** (no. 12), 19.

Gardner, C. T. (1). 'On Chinese Time.' *JESL*, 1870, **2**, 26. (Not seen.)

Gardner, C. T. (2). 'The Tablet of Yü' (at the Yu-Lin Temple near Ningpo). *CR*, 1873, **2**, 293.

Gaspardone, E. (1). 'Matériaux pour servir à l'Histoire d'Annam.' *BEFEO*, 1929, **29**, 63.

Gatty, A., Eden, H. K. F. & Lloyd, E. (1). *A Book of Sun-Dials.* London, 1900.

Gaubil, A. (1). Numerous contributions to *Observations Mathématiques, Astronomiques, Géographiques, Chronologiques et Physiques tirées des Anciens Liures Chinois ou faites nouvellement aux Indes et à la Chine par les Pères de la Compagnie de Jésus*, ed. E. Souciet. Rollin, Paris, 1729, vol. 1.

(*a*) Remarques sur l'Astronomie des Anciens Chinois en général, p. 1.

(*b*) Eclipses ⊙ Sexdecim in Historia aliisque veteribus Sinarum libris notatae et a Patre Ant. Gaubil e Soc. Jesu computatae, p. 18. (The first is the *Shu Ching* eclipse attributed to −2155; then follows the *Shih Ching* eclipse attributed to −776; then five *Tso Chuan* eclipses (−720 to −495), then one of −382 and finally 3 Han ones.)

(*c*) Observations des Taches du Soleil, p. 33.

(*d*) Observation de l'Eclipse de ☾ du 22 Déc. 1722 à Canton, p. 44.

(*e*) Observatio Eclipsis Lunae totalis Pekini 22 Oct. 1725, p. 47.

(*f*) Occultations ou Eclipses des Etoiles Fixes par la Lune, observées à Péking en 1725 & 1726, p. 59.

(*g*) Observations de Saturne, p. 69.

(*h*) Observations de Jupiter, p. 71.

(*i*) Observations de ♃ et de ses Satellites; Conjonctions ou Approximations de ♃ à des Etoiles Fixes, tirées des anciens livres d'Astronomie Chinoise (+73 to+1367), p. 72.

(*j*) Observations des Satellites de ♃, faites à Péking en 1724, p. 80.

(*k*) Observations de Mars, p. 95.

(*l*) Observations de Vénus, p. 98.
(*m*) Observations de Mercure, p. 101.
(*n*) Observations de la Comète de 1723 faites à Péking d'abord par des Chinois et ensuite par les PP. Gaubil & Jacpues, p. 105.
(*o*) Observations géographiques (à) l'Ile de Poulo-Condor, p. 107.
(*p*) Plan de Canton, sa longitude et sa latitude, p. 123.
(*q*) Extrait du Journal du Voyage du P. Gaubil et du P. Jacques de Canton à Péking, etc., p. 127.
(*r*) Plan (& Description) de Péking, p. 136.
(*s*) Situation de Poutala, demeure du grand Lama, des sources du Gange et des pays circonvoisins, le tout tiré des Cartes Chinoises et Tartares, p. 138.
(*t*) Mémoire Géographique sur les Sources de l'Irtis et de l'Oby, sur le pays des Eleuthes et sur les Contrées qui sont au Nord et à l'Est de la Mer Caspienne, p. 141.
(*u*) Relation Chinoise contenant un itinéraire de Péking à Tobol, et de Tobol au Pays des Tourgouts, p. 148.
(*v*) Remarques sur le commencement de l'Année Chinoise, p. 182.
(*w*) Abrégé Chronologique de l'Histoire des Cinq Preniers Empereurs Mogols, p. 185.
(*x*) Observations Physiques (Lézard Volant à Poulo-Condor, Melon de Hami), p. 204.
(*y*) Observations sur la Variation de l'Aiman, p. 210.
(*z*) Observations Diverses, p. 223.

Gaubil, A. (2). *Histoire Abrégée de l'Astronomie Chinoise.* (With Appendices 1, Des Cycles des Chinois; 2, Dissertation sur l'Eclipse Solaire rapportée dans le *Chou-King* [*Shu Ching*]; 3, Dissertation sur l'Eclipse du Soleil rapportée dans le *Chi-King* [*Shih Ching*]; 4, Dissertation sur la première Eclipse du Soleil rapportée dans le *Tchun-Tsieou* [Chhun Chhiu]; 5, Dissertation sur l'Eclipse du Soleil, observée en Chine l'an trente-et-unième de Jésus-Christ; 6, Pour l'Intelligence de la Table du *Yue-Ling* [*Yüeh Ling*]; 7, Sur les Koua; 8, Sur le Lo-Chou (recognition of Lo Shu as magic square).) In *Observations Mathématiques, Astronomiques, Géographiques, Chronologiques et Physiques, tirées des anciens livres Chinois ou faites nouvellement aux Indes, à la Chine, et ailleurs, par les Pères de la Compagnie de Jésus*, ed. E. Souciet. Rollin, Paris, 1732, vol. 2.

Gaubil, A. (3). *Traité de l'Astronomie Chinoise.* In *Observations Mathématiques, etc.*, ed. E. Souciet. Rollin, Paris, 1732, vol. 3.

Gaubil, A. (4). *Histoire de l'Astronomie Chinoise.* In *Lettres Edifiantes et Curieuses, écrites des Missions Etrangères; Nouvelle Edition—Mémoires des Indes et de la Chine*, vol. 26, pp. 65—295. Mérigot,

Paris, 1783. (Reprinted in vol. 14 of the 1819 edition.)

Gaubil, A. (5). *Traité de la Chronologie Chinoise; divisé en 3 parties, composé par le P. Gaubil, Missionaire à la Chine, et publié pour servir de suite aux Mémoires Concernant les Chinois,* ed. S. de Sacy. Treuttel & Wurtz, Paris, 1814.

Gaubil, A. (6). Recherches Astronomiques sur les Constellations et les Catalogues Chinois des Etoiles Fixes, sur le Cycle des Jours, sur les Solstices et sur les Ombres Méridiennes du Gnomon observés à la Chine.' 1734 MS. at the Observatory, Paris, partly published by Laplace, see Gaubil (7, 8, 9). See also J. B. Biot, 'Notice sur des Manuscrits Inédits du Père Gaubil et du Père Amiot, par feu E. Biot.' *JS,* 1850, 302.

Gaubil, A. (7). 'Des Solstices et des Ombres Méridiennes du Gnomon, observés à la Chine; extrait d'un Manuscrit envoyé en 1734 à M. Delisle, Astronome, par le P. Gaubil, missionaire jésuite.' *CT,* 1809, 382.

Gaubil, A. (8). 'Observations Chinoises, depuis l'an 147 avant J. C., envoyées par le P. Gaubil en Nov. 1749' (on planetary conjunctions, and eclipses). *CT,* 1810, 300.

Gaubil, A. (9). See Laplace. 'Mémoire sur la Diminution de l'Obliquité de l'Ecliptique, qui résulte des Observations Anciennes.' *CT,* 1811, 429.

Gaubil, A. (10). 'Catalogue des Comètes observées en Chine.' MS. at the Observatory, Paris.

Gaubil, A. (12). *Histoire de Gentchiscan* [*Chingis Khan*] *et de toute la Dinastie des Mongous ses Successeurs, Conquérans de la Chine.'* Briasson & Piget, Paris, 1739.

Gauchet, L. (6). 'Note sur la Généralisation de l'Extraction de la Racine Carrée chez les anciens Auteurs Chinois, et quelques Problèmes du *Chiu Chang Suan Shu.' TP,* 1914, **15**, 531.

Gauchet, L. (7). 'Note sur la Trigonométrie sphérique de Kouo Cheou-King' (Kuo Shou-Ching). *TP,* 1917, 18, 151.

Gauthier, H. (1). *La Température en Chine.* Shanghai, 1918.

Geldner, K. F. (1) (tr.). *Der 'Ṛg Veda'.* 3 vols. Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.), 1951. (Harvard Oriental Series, nos. 33, 34, 35.)

Gibson, G. E. (1). 'The Vedic Nakshatras and the Zodiac.' In *Semitic and Oriental Studies presented to Wm. Popper,* p. 149. Univ. of Calif. Press, Berkeley, 1951.

Gilbert, O. (1). *Die meteorologischen Theorien d. griechischen Altertums.* Berlin, 1909.

Giles, H. A. (8). 'The Character *hsi'* [evening tide]. *NCR,* 1921, **3**, 423.

Giles, L. (5). *Six Centuries at Tunhuang.* China Society, London, 1944.

Gillis, I. V. (1). *The Characters 'chhao' and 'hsi'* [the tides]. Gest Chinese Research Library (McGill Univ. Montreal) Publication, Standard Press, Peiping, 1931.

Ginzel, F. K. (1). *Handbuch d. mathematischen und technischen Chronologie, das Zeitrechnungswesen d. Völker.* 3 vols. Hinrichs, Leipzig, 1906.

Ginzel, F. K. (2). *Spezieller Kanon der Sonnen-und Mond-Finsternisse f. d. Ländergebiet d. klassischer Altertumswissenschaften u. d. Zeitraum v. 900 v. C. bis 600 n. C.* Berlin, 1899.

Ginzel, F. K. (3). 'Die Zeitrechnung.' Art. in *Astronomie,* ed. J. Hartmann. Pt. 111, Sect. 3, vol. 3 of *Kultur d. Gegenwart,* p. 57. Teubner, Leipzig and Berlin, 1921.

Godard, A. (1). *Les Monuments de Marāghah.* Paris, 1934.

Godfray, H. (1). 'Dials and Dialling.' *EB,* vol. 8, p. 149.

Godwin, Francis, Bp. (1). *The Man in the Moone; or, A Discourse of a Voyage Thither, by Domingo Gonsales, the Speedy Messenger.* London, 1638, 1657 and 1768, ed. G. McColley (2).

Goodrich, L. Carrington (4). 'Measurements of the Circle in Ancient China.' *ISIS,* 1948, **39**, 64.

Goodrich, L. Carrington (9). *Introduction to Chinese History, and Scientific Developments in China.* Sino-Indian Cultural Soc., Santiniketan, 1954. (Sino-Indian Pamphlets, no. 21.)

Gould, R. T. (1). (*a*) *The Marine Chronometer; its History and Developmert.* Potter, London, 1923. (rev. F. D. [yer], *MMI,* 1923, **9**, 191). (*b*) *The Restoration of John Harrison's Third Timekeeper.* Lecture to the British Horological Institute, 1931. Reprint or pamphlet, n.d.

Granet, M. (1). *Danses et Légendes de la Chine Ancienne.* 2 vols. Alcan, Paris, 1926.

Granet, M. (5). *La Pensée Chinoise.* Albin Michel, Paris, 1934. (Evol. de l'Hum. series, no. 25 *bis.*)

Grant, R. (1). *History of Physical Astronomy, from the Earliest Ages to the middle of the Nineteenth Century.* Baldwin, London, 1852.

Graverol, F. (1). Letter which includes mention of 17th-century water-clock. *JS,* 1691, 75.

Grimaldi, P. (1). *Explicatio Planisphaerii* (Atlas Céleste Chinois). Peking, 1711 (printed in China). (Taken from I. G. Pardies' *Globi Coelestis in Tabulas Planas Redacti Descriptio.* Paris, 1674. The six charts form the sides of a cube circumscribing the sphere. Cf. Houzeau, p. 46.)

Groeneveldt, W. P. (1). *Notes on the Malay Archipelago and Malacca.* 1876. In *Miscellaneous Papers relating to Indo-China,* 2nd series, 1887, vol. 1, p. 126.

de Groot, J. J. M. (2). *The Religious System of China.* Brill, Leiden, 1892.

Vol. 1, Funeral rites and ideas of resurrection.

Vols. 2, 3, Graves, tombs, and *fêng-shui.*

Vol. 4, The soul, and nature-spirits.

Vol. 5, Demonology and sorcery.

Vol. 6, The animistic priesthood (*wu*).

Grossmann, H. (1). 'Die gesellschaftlichen Grundlagen der mechanistischen Philosophie und die Manufaktur.' *ZSF,* 1935, 4.

de Guignes, C. L. J. (2). 'Planisphère Céleste Chinois, avec des Explications, le Catalogue Alphabétique des Etoiles, et la Suite de tous les Comètes observées à la Chine, depuis l'an 613 avant J. C. jusqu'à l'an 1222 de l'Ere Chrétienne, tirées des Livres Chinois.' *Mémoires des Savants Etrangers* (*Académie Royale des Sciences*), 1782, **10**, 1.

van Gulik, R. H. (2). *Mi Fu on Inkstones; a Study of the 'Yen Shih', with Introduction and Notes.* Vetch, Peking, 1938.

Gundel, W. (1). 'Astronomie, Astralreligion, Astralmythologie und Astrologie; Darstellung u. Literaturbericht 1907—1933.' In *Jahresber. ü. d. Fortschritte d. klassischen Altertumswissenschaft,* ed. K. Münscher, 1934, **243**, 1.

Gundel, W. (2). *Dekane und Dekansternbilder.* Augustin, Glückstadt & Hamburg, 1936. (Stud. d. Bibl. Warburg, no. 19.)

Gundel, W. (3). 'Neue astrologische Texte des Hermes Trismegistos.' *ABAW/PH,* 1936, n. F. **12**. (Crit. Neugebauer (9), p. 68.)

Gunther, R. T. (1). *Early Science in Oxford.* 14 vols. Oxford, 1923—45. (The first pub. Oxford Historical Soc.; the rest privately printed for subscribers.)

Vol. 1 1923 Chemistry, Mathematics, Physics and Surveying.

Vol. 2 1923 Astronomy.

Vol. 3 1925 Biological Sciences and Biological Collections.

Vol. 4 1925 The [Oxford] Philosophical Society.

Vol. 5 1929 Chaucer and Messahalla on the Astrolabe.

Vol. 6 1930 Life and Work of Robert Hooke.

Vol. 7 1930 Life and Work of Robert Hooke (contd.).

Vol. 8 1931 Cutler Lectures of Robert Hooke (facsimile).

Vol. 9 1932 The *De Corde* of Richard Lower (facsimile) with introd. and tr. by K. J. Franklin.

Vol. 10 1935 Life and Work of Robert Hooke (contd.).

Vol. 11 1937 Oxford Colleges and their men of science.

Vol. 12 1939 Dr Plot and the correspondence of the [Oxford] Philosophical Society.

Vol. 13 1938 Robert Hooke's *Micrographia* (facsimile).

Vol. 14 1945 Life and Letters of Edward Lhwyd.
Gunther, R. T. (2). *The Astrolabes of the World.* 2 vols. Oxford, 1932.
Günther, S. (1). 'Die Anfänge u. Entwicklungsstadien des Coordinatenprincips.' *ANHGN*, 1877, **6**, 3.
Gustavs, A. & Dalman, D. G. (1). 'Der Saatrichter zur Zeit d. Kassiten.' *ZDPV*, 1913, **36**, 310.
du Halde, J. B. (1). *Description Géographique, Historique, Chronologique, Politique et Physique de l'Empire de la Chine et de la Tartarie Chinoise.* 4 vols. Paris, 1735; The Hague, 1736. (Eng. tr. R. Brookes, London, 1736, 1741.)
Halley, Edmund (1). 'Considerations on the Change of the Latitudes of the principal Fixt Stars.' *PTRS*, *1718*, **30** (no. 355), 736.
Haloun, G. (5). 'Legalist Fragments, I; *Kuan Tzu* ch. 55, and related texts.' *AM*, 1951 (n.s.), **2**, 85.
Hart, I. B. (3). 'The Scientific Basis of Leonardo da Vinci's work in Technology—an Appreciation.' *TNS*, 1956, **28**, 105.
Hartmann, J. (1). 'Die astronomischen Instrumente des Kardinals Nikolaus Cusanus.' *AGWG/MP*, 1919 (n.F.), **10**, no. 6.
Hartner, W. (1). 'Die astronomischen Angaben des Hia Siau Dscheng' *Hsia Hsiao Chêng*]. Appendix to R. Wilhelm (6), p. 413. (And *SA*, 1930, **5**, 237.)
Hartner W. (2). 'Einige astronomische Bemerkungen' [to *Lü Shih Chhun Chhiu*]. Appendix to R. Wilhelm (3), p. 507.
Hartner, W. (3). 'The Astronomical Instruments of Cha-Ma-Lu-Ting, their Identification, and their Relations to the Instruments of the Observatory of Maragha.' *ISIS*, 1950, **41**, 184.
Hartner, W. (4). 'Chinesische Kalendarwissenschaft.' *SA*, 1930, **5**, 237.
Hartner, W. (5). 'Das Datum der *Shih-Ching* Finsternis.' *TP*, 1935, **31**, 188.
Hartner, W. (6). 'The Pseudoplanetary Nodes of the Moon's Orbit in Hindu and Islamic Iconographies; a Contribution to the History of Ancient and Mediaeval Astrology.' *AI*, 1938, **5**, 113.
Hartner, W. (8). 'The Obliquity of the Ecliptic according to the *Hou Han Shu* and Ptolemy.' Communication at the 23rd International Congress of Orientalists, Cambridge, 1954. Also pub. in Silver Jubilee volume of Zinbun Kagaku Kenkyu-Syo, Kyoto University, 1954, p. 177.
Hartner, W. (9). *Le Problème de la Planète Kaïd.* Lecture at the Palais de la Découverte, Paris (No. D, 36). Univ. of Paris, Paris, 1955.
Hartner, W. (10). 'Zahlen und Zahlensysteme bei Primitiv-und Hochkultur-Völkern.' *PAI*, 1943, **2**, 268.
Haskins, C. H. (1). *Studies in the History of Mediaeval Science.* Harvard

Univ. Press, Cambridge, Mass., 1927.
Hayashi, Tsuruichi (2). 'Brief History of Japanese Mathematics.' *NAW*, 1905, **6**, 296(65 pp.); 1907, **7**, 105 (58 pp.). (Crit. Y. Mikami, *NAW*, 1911, **9**, 373.)
Heath, R. S. (1). *A Treatise on Geometrical Optics.* C.U.P., Cambridge, 1887.
Heath, Sir Thomas (1) (tr.). *The Thirteen Books of Euclid's Elements.* 3 vols. Cambridge, 1926.
Heath, Sir Thomas (2) (tr.). *Apollonius Pergaeus; Treatise on Conic Sections, edited in modern notation, with introduction, including an essay on the earlier history of the subject.* Cambridge, 1896.
Heath, Sir Thomas (3). 'Greek Mathematics and Astronomy.' *SMA*, 1938, **5**, 215.
Heath, Sir Thomas (4). *Greek Astronomy* (anthology of translations with introduction). Dent, London, 1932.
Heath, Sir Thomas (8) (tr.). *The Works of Archimedes.* Cambridge, 1897; with supplement, 1912. (Reissued, Dover, New York, n.d. (1953).)
von Heidenstam, H. (1). *Report on the Hydrology of the Hangchow Bay and the Chhien-Thang Estuary.* Whangpoo Conservancy Board, Shanghai Harbour Investigation, 1921 (series I, no. 5).
Hellmann, G. (1). *Beiträge z. Geschichte der Meteorologie.* (Veröffentl. d. Kgl. Preuss. Meteorol. Inst. no. 273.) Behrend, Berlin, 1914.
Hellmann, G. (2). 'Beiträge z. Erfindungsgeschichte meteorologischer Instrumente.' *APAW/MN*, 1920, no. 1. (Thermometer, barometer, rain gauge, weathercock, windrose.)
Hellmann, G. (3). 'Die Meteorologie in den deutschen Flugschriften und Flugblättern des XVI. Jahrhunderts; ein Beitrag z. Gesch. d. Meteorologie.' *APAW/MN*, 1921, no. 1.
Hellmann, G. (4). 'Versuch einer Geschichte d. Wettervorhersage *im* XVI. Jahrhundert.' *APAW/MN*, 1924, no. 1.
Henning, W. B. (1). 'An Astronomical Chapter of the *Bundahišn.*' *JRAS*, 1942, 229.
Hentze, C. (1). *Mythes et Symboles Lunaires* (*Chine ancienne, Civilisations anciennes de l'Asie, Peuples limitrophes du Pacifique*), with appendix by H. Kühn. de Sikkel, Antwerp, 1932. (Crit. *OAZ*, 1933, **9** (19), 33.)
d'Hervey de St Denys. See Saint-Denys.
Higgins, K. (1). 'The Classification of Sundials.' *ANS*, 1953, **9**, 342.
Higgins, W. H. (1). *The Names of the Stars and Constellations compiled from the Latin, Greek and Arabic, with their derivations and meanings; together with the 28 Moon-Stations of the Zodiac* [*sic*]

known to the Arabs. Clarke, Leicester, 1882.

Hind, J. R. (1). 'On Two Ancient Occultations of Planets by the Moon observed by the Chinese.' *RAS/MN*, 1877, **37**, 243.

Hind, J. R. (2). 'On the Past History of the Comet of Halley.' *RAS/MN*, 1850, **10**, 51.

Hind, J. R. (3). *The Comets; a descriptive Treatise upon those Bodies....* Parker, London, 1852.

Hirayama, K. (1). 'On the Comets of +373 and +374.' *O*, 1911, **34**, 193.

Hirayama, K. & Ogura, S. (1). 'On the Eclipses recorded in the *Shu Ching* and *Shih Ching*.' *PPMST*, 1915 (2nd ser.), **8**, 2.

Hirschberg, W. (1). 'Lunar calendars and matriarchy.' *AN*, 1931, **26**, 461.

Hirth, F. (1). *China and the Roman Orient.* Kelly & Walsh, Shanghai; G. Hirth, Leipzig and Munich, 1885. (Photographically reproduced in China with no imprint, 1939.)

Hirth, F. (2) (tr.). 'The Story of Chang Chhien, China's Pioneer in West Asia.' *JAOS*, 1917, **37**, 89. (Translation of ch. 123 of the *Shih Chi*, containing Chang Chhien's Report; from § 18—52 inclusive and 101 to 103. § 98 runs on to § 104, 99 and 100 being a separate interpolation. Also tr. of ch. 111 containing the biogr. of Chang Chhien.)

Hirth, F. & Rockhill, W. W. (1) (tr.). *Chau Ju-Kua; His work on the Chinese and Arab Trade in the 12th and 13th centuries, entitled 'Chu-Fan-Chi'.* Imp. Acad. Sci., St Petersburg, 1911. (Crit. by G. Vacca, *RSO*, 1913, **6** 209; P. Pelliot, *TP*, 1912, **13**, 446; E. Schaer, *AGNT*, 1913, **6**, 329; O. Franke, *OAZ*, 1913, **2**, 98; A. Vissière, *JA*, 1914 (11e sér.), **3**, 196.)

Hitti, P. K. (1). *History of the Arabs.* 4th ed. Macmillan, London, 1949.

Ho Ping-Yü (1). 'Astronomy in the *Chin Shu* and the *Sui Shu*.' Inaug. Diss. Singapore, 1955.

Ho Ping-Yü & Needham, Joseph (1). *Ancient Chinese Observations of Solar Haloes and Parhelia* (in the press).

Hodous, L. (1). *Folkways in China.* Probsthain, London, 1929.

Holmes, U. T. (1). 'The Position of the North Star about +1250.' *ISIS*, 1940 (1947), **32**, 14.

Holtzapfel, C. & Holtzapfel, J. J. (1). *Turning and Mechanical Manipulations.* Holtzapfel, London, 1852—94.

I Materials (C.H.), 1852.
II Cutting Tools (C.H.), 1856.
III Abrasive and Miscellaneous Processes (C.H. rev. J.J.H.), 1894.
IV Hand, or Simple, Turning (J.J.H.), 1881.

V Ornamental, or Complex, Turning (J.J.H.), 1884.
Hopkins, L. C. See Yetts (12).
Hopkins, L. C. (6). 'Pictographic Reconnaissances. II.' *JRAS*, 1918, 387.
Hopkins, L. C. (11). 'Pictographic Reconnaissances. VII.' *JRAS*, 1926, 461.
Hopkins, L. C. (12). 'Pictographic Reconnaissances. VIII.' *JRAS*, 1927. 769.
Hopkins, L. C. (14). 'Archaic Chinese Characters. I.' *JRAS*, 1937, 27.
Hopkins, L. C. (19). 'The Human Figure in Archaic Chinese Writing; a Study in Attitudes.' *JRAS*, 1929, 557.
Hopkins, L. C. (26). 'Where the Rainbow Ends.' *JRAS*, 1931, 603.
Hopkins, L. C. (27). 'Archaic Sons and Grandsons; a Study of a Chinese Complication Complex.' *JRAS*, 1934, 57.
Hopkins, L. C. (30). 'Sunlight and Moonshine.' *JRAS*, 1942, 102.
Hopkins, L. C. (35). 'The Chinese Numerals and their Notational Systems.' *JRAS*, 1916, 35, 737.
Hornblower, G. D. (2). 'Early Dragon Forms.' *MA*, 1933, **33**, 79 (rev. and crit. A. de C. Sowerby, *CJ*, 1933, **19**, 64).
Horwitz, H. T. (2). 'Ü. ein neueres deutsches Reichspatent (1912) und eine Konstruction v. Heron v. Alexandrien.' *AGNT*, 1917, 8, 134.
Horwitz, H. T. (7). 'Beiträge z. Geschichte d. aussereuropäischen Technik.' *BGTI*, 1926, **16**, 290.
Horwitz, H. T. (8). 'Zur Geschichte d. Wetterschiessens.' *GTIG*, 1915, **2**, 122.
Hose, C. & McDougall, W. (1). *Pagan Tribes of Borneo.* Macmillan, London, 1912.
Hosie, A. (1). 'Sun-Spots and Sun-Shadows observed in China, −28 to +1617.' *JRAS/NCB*, 1878, **12**, 91. (Summary in *N*, 1879, **20**, 131.)
Hosie, A. (2). 'Droughts in China, +620 to +1643.' *JRAS/NCB*, 1878, **12** 51.
Hosie, A. (3). 'Floods in China, +630 to +1630.' *CR*, 1879, **7**, 371.
Hough, W. (2). 'Collection of Heating and Lighting Utensils in the United States National Museum.' *BUSNM*, 1928, no. 141.
Houzeau, J. C. (1). *Vade Mecum de l'Astronomie.* Hayez, Brussels, 1882.
Houzeau, J. C. & Lancaster, A. (1). *Bibliographie Générale de l'Astronomie.* 2 vols. Hayez, Brussels, 1887.
Howorth, Sir Henry H. (1). *History of the Mongols.* 3 vols. Longmans Green, London, 1876—1927.
Huang, P. (3). *Catalogue des Eclipses de Soleil et de Lune relatées dans les Documents chinois et collationnées avec le Canon de Th. Ritter v. Oppolzer.* Shanghai, 1925. (*VS* no. 56.)
Hubble, E. (1). 'Supernovae.' *PASP*, 1941, **53**, 141.

Huber, E. (2). 'Termes Persans dans l'Astrologie Bouddhique Chinoise.' (Part 7 of *Etudes de Littérature Bouddhique.*) *BEFEO*, 1906, **6**, 39.

Hudson, G. F. (1). *Europe and China; A Survey of their Relations from the Earliest Times to 1800.* Arnold, London, 1931.

Huggins, M. L. (1). Art. 'Armilla.' *EB* (11th ed.), vol. 2, p. 575.

Hughes, A. J. (1). *History of Air Navigation.* Allen & Unwin, London, 1946.

Hughes, E. R. (1). *Chinese Philosophy in Classical Times.* Dent, London, 1942. (Everyman Library, no. 973.)

Hummel, A. W. (1). 'Phonetics and the Scientific Method.' *ARLC/DO*, 1940, 169.

Hummel, A. W. (2) (ed.). *Eminent Chinese of the Chhing Period.* 2 vols. Library of Congress, Washington, 1944.

Hummel, A. W. (6). 'Astronomy and Geography in the Seventeenth Century [in China].' On Hsiung Ming-Yü's work. *ARLC/DO*, 1938, 226.

Hummel, A. W. (7). 'A Ming Encyclopaedia [*Wan Yung Chêng Tsung Pu Chhiu Jen Chhüan Pien*] with Pictures on Tilling and Weaving [*Kêng Chih Thu*] and on Strange Countries [*I Yü Thu Chih*].' *ARLC/DO*, 1940, 165.

Hummel, A. W. (8). 'A View of Foreign Countries in the Ming Period.' *ARLC/DO*, 1940, 167.

Hummel, A. W. (9). 'Gazetteers.' *ARLC/DO*, 1931—2, 193.

Hummel, A. W. (10). 'The *Kuang Yü Thu.*' *ARLC/DO*, 1937, 174.

Mummel, A. W. (11). 'The Beginnings of World Geography in China.' *ARLC/DO*, 1938, 224.

Hummel, A. W. (12). 'Sixteenth-Century Geography.' *ARLC/DO*, 1933—4, 7.

Hummel, A. W. (13). 'The Printed Herbal of +1249.' *ISIS*, 1941, **33**, 439; *ARLC/DO*, 1940, 155.

Hunter, W. (1). 'Some Account of the Astronomical Labours of Jayasinha, Rajah of Ambhere or Jaynagar.' *TAS/B* (Asiatick Researches), 1799, **5**, 177, 424.

Hutchinson, A. B. (1) (tr.). 'The Family Sayings of Confucius.' *CRR*, **9**, 445; **10**, 17, 96, 175, 253, 329, 428.

Huygens, Christiaan (1). *The Celestial Worlds Discover'd; or, Conjectures Concerning the Inhabitants, Plants and Productions of the Worlds in the Planets....* Childe, London, 1698.

Iba, Yasuaki (1). 'Fragmentary Notes on Astronomy in Japan' (and China, Korea, etc.). *POPA*, 1934, **42**, 243; 1937, **45**, 301; 1938, **46**, 89, 141, 263.

Ideler, L. (1). *Über die Zeitrechnung d. Chinesen.* Berlin, 1839.

Ideler, L. (2). *Untersuchungen ü. den Ursprung und die Bedeutung der*

Stern-namen; ein Beytrag z. Gesch. des gestirnten Himmels. Weiss, Berlin, 1809.

Inwards, R. (1). *Weather Lore.* Royal Meteorol. Soc., Rider, London, 1950 (rev. L. Dufour, *AIHS*, 1951, 4, 225).

Ionides, S. A. & Ionides, M. L. (1). *One day telleth Another.* Arnold, London, 1939.

Jensen, P. C. A. (1). *Der Kosmologie der Babylonier,* Trübner, Strassburg, 1890.

Jeremias, A. (1). *Handbuch d. altorientalischen Geisteskultur.* Leipzig, 1913.

Johnson, M. C. (1). 'Greek, Muslim and Chinese Instrument Design in the Surviving Mongol Equatorials of +1279.' *ISIS,* 1940 (1947), **32**, 27.

Johnson, M. C. (2). *Art and Scientific Thought; Historical Studies towards a Modern Revision of their Antagonism.* Faber & Faber, London, 1944. (Reprints Johnson (1), pp. 95—109.)

Johnson, S. J. (1). 'Remarks on Ancient Chinese Eclipses' (those in the *Chhun Chhiu*). *RAS/MN,* 1875, **35**, 13.

Jourdain, A. (1). 'Mémoire sur l'Observatoire de Méragha et les Instruments employés pour y observer.' *Magasin Encyclopèdique,* 1809 (6), 84, 43; and sep. Paris, 1810.

Kamienski, M. (1). 'Halley's Comet and Early Chronology.' *JBASA,* 1956, **66**, 127.

Kanda, Shigeru (1). 'Ancient Records of Sun-spots and Aurorae in the Far East, and the Variation of the Period of Solar Activity.' *PIAJ,* 1933, **9**, 293.

Kao Lu (1). *The Peking Observatory.* Peiping, 1922.

Kaplan, S. M. (1). 'On the Origin of the TLV-Mirror.' *RAA/AMG,* 1937. **11**, 21.

Kari-Niyazov, T. N. (1) (Member of the Uzbek Academy of Sciences). *Astronomicheskaia Shkola Ulugbeka* (The Astronomical School of Ulūgh Beg). Acad. Sci. Moscow, 1950 (in Russian).

Karlbeck, O. (1). *Catalogue of the Collection of Chinese and Korean Bronzes at Hollwyl House, Stockholm.* Stockholm, 1938.

Karlgren, B. (1). *Grammata Serica; Script and Phonetics in Chinese and Sino-Japanese. BMFEA,* 1940, **12**, 1. (Photographically reproduced as separate volume, Peking, 1941.)

Karlgren, B. (8). 'On the Authenticity and Nature of the *Tso Chuan.*' *GHA,* 1926, **32**, no. 3. (Crit. H. Maspero, *JA,* 1928, **212**, 159.)

Karlgren, B. (9). 'Some Fecundity Symbols in Ancient China.' *BMFEA,* 1930, **2**, 1.

Karlgren, B. (11). 'Glosses on the Book of Documents' [*Shu Ching*],

BMFEA, 1948, **20**, 39.

Karlgren, B. (12) (tr.). 'The Book of Documents' (*Shu Ching*). *BMFEA*, 1950, **22**, 1.

Karlgren, B. (14). (tr.). *The Book of Odes; Chinese Text, Transcription and Translation.* Museum of Far Eastern Antiquities, Stockholm, 1950. (A reprint of the translation only from his papers in *BMFEA*, **16** and **17**.)

Karlgren, B. (16). *Analytical Dictionary of Chinese and Sino-Japanese.* Geuthner, Paris, 1923.

Kaye, G. R. (4). *The Astronomical Observatories of Jai Singh.* Government Printing Office, Calcutta, 1918. (Archaeological Survey of India, New Imperial Series, vol. 40.) (Summaries by H. v. Kluber, *NAT*, 1932, **13**; 1933, 14; *ST*, 1932, **12**, 81.)

Kaye, G. R. (5). *A Guide to the Old Observatories at Delhi, Jaipur, Ujjain and Benares. Government* Printing Office, Calcutta, 1920.

Keith, A. Berriedale (4). 'The Period of the Later Samhitās, the Brahmanas, the Āranyakas and the Upanishads.' *CHI*, vol. 1, ch. 5.

Keith, A. Berriedale (5). *The Religion and Philosophy of the Vedas.* 2 vols. Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.), 1925. (Harvard Oriental Series, nos. 31, 32.)

Keith, A. Berriedale (6) (tr.). *The Veda of the Black Yajus School entitled 'Taittiriya Saṃhitā'.* 2 vols. Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.), 1914. (Harvard Oriental Series, nos. 18, 19.)

Kendrew, W. G. (1). *Climate.* Oxford, 1930.

Kennedy, J. (2). 'The Gospels of the Infancy, the *Lalita Vistara*, and the *Vishnu Purana* or the Transmission of Religious Ideas between India and the West.' *JRAS*, 1917, 209, 469.

Kepler, Johannes (1). *Tabulae Rudophinae, qubus Astronomicae Scientiae, Temporum longinquitate collapsae Restauratio continetur a Tychone Brahe...concepta et destinata anno 1564...post mortem auctoris... Johannes Keplerus in lucem extulit.* (With large world-map). Ulm and Prague, 1627—30.

Keyes, C. W. (2) (tr.). *Cicero's 'De Re Publica'* (contains in Bk. vi the *Somnium Scipionis*). Loeb Cl. Library, New York, 1928.

Khanikov, N. (1). 'Analysis and Extracts of *al-Kitāb Mīzān al-Hikma* (Book of the Balance of Wisdom), an Arabic work on the Water-Balance, written by al-Khāzinī in the +12th century.' *JAOS*, 1860, **6**, 1.

Kiely, E. R. (1). *Surveying Instruments; their History and Classroom Use.* Bur. of Publications, Teachers' Coll., Columbia Univ., New York, 1953.

Kimble, G. H. T. (1). *Geography in the Middle Ages.* Methuen, London,

1938.

King, H. C. (1). *The History of the Telescope*. Griffin, London, 1955; rev. D. W. Dewhirst, *JBASA*, 1956, **66**, 148.

Kingsmill, T. W. (1). 'Comparative Table of the Ancient Lunar Asterisms.' *JRAS/NCB*, 1891, **26**, 44.

Kingsmill, T. W. (2). 'The Chinese Calendar, its Origin, History and Connections.' *JRAS/NCB*, 1897, **32**, 1.

Kirch, C. (1). 'Brevis Disquisitio de Eclipsi Solis, quae a Sinensibus anno 7 Quangvuti sive anno 31 aerae christianae vulgaris, notata est.' *MBIS*, 1723, **2**, 133.

Kirch, C. (2). 'Annotationes Breves in antiquissimam Observationem Astronomicam, scilicet notabilem illam Conjunctionem Planetarum quae sub Chuen-Hio, Sinarum Imperatore, facta perhibetur' (on the legendary conjunction of —2448). *MBIS*, 1727, **3**, 165.

Kirkwood, D. (1). 'Sun-spots.' *PAPS*, 1869, **11**, 94. (Summary in *N*, 1869, **1**, 284.)

Klaproth, J. (1). *Lettre à M. le Baron A. de Humboldt, sur l'Invention de la Boussole*. Dondey-Dupré, Paris, 1834. Germ. tr. A. Wittstein, Leipzig, 1884; résumés P. de Larenaudière, *BSG*, 1834, Oct.; anon. *AJ*. 1834 (2nd ser.), **15**, 105.

Kleinschnitzová, Flora (1). 'Ex Bibliotheca Tychoniana Collegii Soc. Jesu Pragae ad S. Clementem.' *NTBB*, 1933, **20**, 73.

Knobel, E. B. (1). 'On a Chinese Planisphere.' *RAS/MN*, 1909, **69**, 436.

Knobel, E. B. (2). *Notes on an Ancient Chinese Calendar (Hsia Hsiao Chêng)*. Alabaster, London, 1882.

Knobel, E. B. (3). *Ulūgh Beg's Catalogue of Stars, revised from all the Persian MSS. existing in Gt. Britain, with a Vocabulary of Persian and Arabic [astronomical] words*. Carnegie Inst. Pubs. no. 250, Washington, 1917.

Konantz, E. L. (1). 'The Precious Mirror of the Four Elements.' *CJ*, 1924, **2**, 304.

Koop, A. J. (1). *Early Chinese Bronzes*. Benn, London, 1924.

Koppers, W. (1). 'Lunar calendars and matriarchy.' *AN*, 1930, **25**, 981.

Köprülü, M. F. (1). 'Maraga Rasathanesi hakkinda Bazi Nottar' (in Turkish). *BAU*, 1942, nos. 23, 24.

Koyré, A. (1). 'The Significance of the Newtonian Synthesis.' *A/AIHS*, 1950, **29**, 291.

Koyré, A. (2). *Etudes Galiléennes*. 3 vols. Vol. 1. *A l'Aube de la Science Classique* (i.e. Newtonian). Vol. 2. *La Loi de la Chute des Corps; Descartes et Galilée*. Vol. 3. *Galilée et la Loi d'Inertie*. Herrmann, Paris, 1939. (*ASI*, nos. 852—4.)

Koyré, A. (3). 'Galileo and the Scientific Revolution of the Seventeenth

Century.' *PHR*, 1943, **52**, 333.

Koyré, A. (4). 'Galileo and Plato.' *JHI*, 1943, **4**. 424.

Koyré, A. (5). *From the Closed World to the Infinite Universe.* (Noguchi Lectures). Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1957.

Kubitschek, W. (1). 'On the Salamis abacus.' *WNZ*, 1899, **31**, 393.

Kugler, F. X. (1). *Die Babylonische Mondrechnung; Zwei Systeme der Chaldäer ü. d. Lauf des Mondes und der Sonne.* Herder, Freiburg i/B, 1900.

Kugler, F. X. (2). *Sternkunde und Sterndienst in Babel.* 2 vols. Aschendorff, Münster, 1907—24. Ergänzungen (in 3 parts, Part 3 by J. Schaumberger), Aschendorff, Münster, 1913—35.

Kühnert, F. (1). 'Der chinesische Kalender nach Yao's Grundlagen und die wahrscheinlich allmähliche Entwicklung und Vervollkommung desselben.' *TP*, 1891, **2**, 49.

Kühnert, F. (2). 'Das Kalenderwesen bei d. Chinesen.' *OMO*, 1888, **14**, 111.

Kühnert, F. (3). 'Über die Bedeutung d. drei Perioden Tschang, Pu, Ki; sowie ü. d. Elementen u. d. sogenannten Wahlzyklus d. Chinesen.' *SWAW/PH*, 1892, **125**, no. 4.

Kühnert, F. (4). 'Heisst bei d. Chinesen jeder einzelne Solar-term *Tsiet-K'i* [*chieh-chhi*] und ist ihr unsichtbarer Wandelstern *Ki* [*Chi*] thatsächlich unser Sonnencyclus von 28 julianischen Jahren?' *ZDMG*, 1890, **44**, 256.

Kühnert, F. (5). 'Über die von den Chinesen *Tê-Sing* oder Tugendgestirn genannte Himmelserscheinung' [earth-shine]. *SWAW/MN*, 1901, **110** (2).

Laplace, P. S. (1). 'Mémoire sur la Diminution de l'Obliquité de l'Ecliptique, qui résulte des observations anciennes.' *CT*, 1811, 429.

Laplace, P. S. (2). *Exposition du Système du Monde*, 6th ed. Paris.

Last, H. (1). 'Empedocles and his Klepsydra again.' *CQ*, 1924, **18**, 169.

Laufer, B. (7). *Chinese Grave-Sculptures of the Han Period.* London & New York, 1911.

Laufer, B. (8). *Jade; a Study in Chinese Archaeology and Religion. FMNHP/AS*, 1912. Repub. in book form, Perkins, Westwood and Hawley, South Pasadena, 1946 (rev. P. Pelliot, *TP*, 1912, **13**, 434).

Lecomte, Louis (1). *Nouveaux Mémoires sur l'Etat présent de la Chine.* Anisson, Paris, 1696. (Eng. tr. *Memoirs and Observations Topographical, Physical, Mathematical, Mechanical, Natural, Civil and Ecclesiastical, made in a late journey through the Empire of China, and published in several letters, particularly upon the Chinese Pottery and Varnishing, the Silk and other Manufactures, the Pearl Fishing, the History of Plants and Animals, etc. translated from the Paris edi-*

tion, etc., 2nd ed. London, 1698. Germ. tr. Frankfurt, 1699—1700.)

Legge, J. (1) (tr.). *The Texts of Confucianism, translated*: Pt. I. *The 'Shu Ching', the religious portions of the 'Shih Ching', the 'Hsiao Ching'*. Oxford, 1879. (*SBE*, no. 3; reprinted in various eds. Com. Press, Shanghai.) For the full version of the *Shu Ching* see Legge (10).

Legge, J. (5) (tr.). *The Texts of Taoism*. (Contains (*a*) *Tao Tê Ching*, (*b*) *Chuang Tzu*, (*c*) *Thai Shang Kan Ying Phien*, (*d*) *Chhing Ching Ching*, (*e*) *Yin Fu Ching*, (*f*) *Jih Yung Ching*.) 2 vols. Oxford, 1891; photolitho reprint, 1927. (*SBE*, nos. 39 and 40.)

Legge, J. (8) (tr.). *The Chinese Classics, etc.*: Vol. 4, Pts. 1 and 2. *'Shih Ching'; The Book of Poetry*. 1. The First Part of the *Shih Ching;* or, the Lessons from the States; and the Prolegomena. 2. The Second, Third and Fourth Parts of the *Shih Ching;* or the Minor Odes of the Kingdom, the Greater Odes of the Kingdom, the Sacrificial Odes and Praise-Songs; and the Indexes. Lane Crawford, Hongkong, 1871; Trübner, London, 1871. Repr., without notes, Com. Press, Shanghai, n.d.

Lemaître, S. (1). *Les Agrafes Chinoises jusqu'à la fin de l'Epoque Han*. Art et Hist., Paris, 1939.

Lenormant, F. (1). *La Divination et la Science des Présages chez les Chaldéens*. Maisonneuve, Paris, 1875.

Lenormant, F.(2). *La Magie chez les Chaldéens et les Origines Accaaiennes*. Maisonneuve, Paris, 1874. Eng. tr. *Chaldean Magic* (enlarged), Bagster, London, 1877.

Li Chi (2). *The Formation of the Chinese People; an Anthropological Enquiry*. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 1928.

Li Ping-Shui (1). *Modern Canton*. Mercury Press, Shanghai, 1936.

Liljequist, G. (1). *Halo Phenomena and Ice-Crystals*. Scientific Results of the Norwegian-British-Swedish Antarctic Expedition, 1949—1952, vol. 2, pt. 2, Norskpolarinstitutt, Oslo, 1956.

Lin Wên-Chhing (1) (tr.). *The 'Li Sao'; an Elegy on Encountering Sorrows, by Chhü Yüan of the State of Chhu* (ca. *338 to 288* B.C)...' Com. Press, Shanghai, 1935.

Liu Chao-Yang (1). 'On the Observabilities of α Scorpii in the Three Dynasties' (heliacal rising of Antares). *SSE*, 1942, **3**, 21. (Crit. W. Eberhard, *OR*, 1949, **2**, 184; A. Rygalov, *HH*, 1949, **2**, 416.)

Liu Chao-Yang (2). 'Fundamental Questions about the Yin [Shang] and Chou Calendars.' *SSE*, 1945, **4**, 1. Also separately, enlarged, as *SSE/M* (ser. B), no. 2 (rev. Eberhard, *OR*, 1949, **2**, 179).

Locke, L. L. (1). *The Quipu*. Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 1923.

Loewenstein, P. J. (1). 'Swastika and Yin-Yang.' *China Society Oc-*

casional Papers (n.s.), no. 1. China Society, London, 1942.

Long, G. W. (1). 'Indochina faces the Dragon.' *NGM*, 1952, **102**, 287 (302).

Lovell, A. C. B. (1). 'The New Science of Radio-Astronomy.' *N*, 1951, **167**, 94.

Lovisato, (1). 'Antiche Osservazioni Cinese delle Macchie Solari.' *RSISI*, 1875, **7**, 1.

Lundmark, K. (1). 'Suspected New Stars recorded in Old [Chinese] Chronicles, and among Recent Meridian Observations.' *PASP*, 1921, **33**, 219, 225.

Lundmark, K. (2). 'The Messianic Ideas and their Astronomical Background.' In *Actes du VII Congrès Internat. d'Histoire des Sciences*, p. 436. Jerusalem, 1953.

Luria, S. (1). 'Die Infinitesimal-Theorie der antiken Atomisten.' *QSGM/A*, 1932, **2**, 106.

Lyons, H. G. (1). 'An Early Korean Rain-Gauge.' *QJRMS*, 1924, **50**, 26.

Lyons, H. G. (2). 'Ancient Surveying Instruments.' *GJ*, 1927, **69**, 132.

McColley, G. (1). 'The 17th century Doctrine of a Plurality of Worlds.' *ANS*, 1936, **1**, 385.

McColley, G. (2). '*The Man in the Moone* and *Nuncius Inanimatus* for the first time edited, with introduction and notes, from unique copies of the first editions of London, 1629 and London 1638.' *SCSML*, 1937, **19**, 1.

McGovern, W. M. (2). *Manual of Buddhist Philosophy; I, Cosmology* (no more published). Kegan Paul, London, 1923.

McGowan, D. J. (1). 'Methods of Keeping Time known among the Chinese.' *CRRR*, 1891, **20**, 426. (Reprinted *ARSI*, 1891 (1893), 607.)

McGowan, D. J. (3). 'The Bore on the Chhien-thang River.' *JRAS* (Trans.)/*NCB*, 1854, **1** (no. 4), 33.

Maass, E. (1). 'Salzburger Bronzetafel mit Sternbildern.' *JHOAI*, 1902, **5**, 196.

Mahdihassan, S. (1). 'Cultural Words of Chinese Origin; Monsoon.' *CS*, 1949, **18**, 347.

Mao Tsê-Tung (1). *On Practice* (Orig. Supplement to *People's China*). Peking, 1951.

Mascart, E. (1). *Traité d'Optique*, 3 vols. and atlas. Gauthier-Villars, Paris, 1893.

Maspero, H. (3). 'L'Astronomie Chinoise avant les Han.' *TP*, 1929, **26**, 267. (Abstract by Vacca, 5.)

Maspero, H. (4). 'Les Instruments Astronomiques des Chinois au temps des Han.' *MCB*, 1939, **6**, 183.

Maspero, H. (5). 'Le Songe et l'Ambassade de l'Empereur Ming.'

BEFEO, 1910, **10**, 95, 629.

Maspero, H. (8). 'Légendes Mythologiques dans le *Chou King* [*Shu Ching*].' *JA*, 1924, **204**, 1.

Maspero, H. (14). *Etudes Historiques; Mélanges Posthumes sur les Religions et l'Histoire de la Chine*, vol. III, ed. P. Demiéville. Civilisations du Sud, Paris, 1950. (Publ. du Mus. Guimet, Biblioth. de Diffusion, no. 59), rev. J. J. L. Duyvendak, *TP*, 1951, **40** 366.

Maspero, H. (15). 'L'Astronomie dans la Chine Ancienne; Histoire des Instruments et des Découvertes.' Paper prepared for *SCI* in 1932 but not printed till 1950 in Maspero (14), p. 15.

Maspero, H. (16). Review of Giles' *Adversaria Sinica*. *BEFEO*, 1909, **9**, 595.

Maspero, H. (25). 'Le *Ming-Thang* et la Crise Religieuse Chinoise avant les Han.' *MCB*, 1951, **9**, 1.

Maxe-Werly, L. (1). 'Notes sur des Objets antiques.' *MSAF*, 1887, **48**, 170.

Medhurst, W. H. (1) (tr.). *The 'Shoo King'* [*Shu Ching*], *or Historical Classic* (Ch. and Eng.). Mission Press, Shanghai, 1846.

Mei Yi-Pao (1) (tr.). *The Ethical and Political Works of Motse*. Probsthain, London, 1929.

Meissner, B. (1). *Babylonien und Assyrien*. 2 vols. Winter, Heidelberg, 1920 to 1925.

Meister, P. W. (1). 'Buddhistische Planetendarstellungen in China.' *OE*, 1954, **1**, 1.

de Mély, F. (5). 'Les Pierres de Foudre chez les Chinois et les Japonais.' *RA*, 1895 (3e sér.), **27**, 326.

Menon, C. P. S. (1). *Early Astronomy and Cosmology*. Allen & Unwin, London, 1932.

Merton, R. K. (1). 'Science, Technology and Society in Seventeenth Century England.' *OSIS*, 1938, **4**, 360.

M[erton], R. K. (2). 'The Comet of Hipparchus, and Pliny.' *SKY*, 1940, **4** (no. 11), 4.

Michel, H. (1). 'Les Jades Astronomiques Chinois; une Hypothèse sur leur Usage.' *BMRAH*, 1947, 31 (crit. Chang Yü Chê, *TWHP*, 1956, **4**, 257).

Michel, H. (2). (*a*) 'Les Jades Astronomiques Chinois.' *CAM*, 1949, **4**, 111. (*b*) 'Chinese Astronomical Jades.' *POPA*, 1950, **58**, 222. (*c*) 'Astronomical Jades.' *ORA*, 1950, **2**, 156.

Michel, H. (3). *Traité de l'Astrolabe*. Gauthier-Villars, Paris, 1947 (rev. F. Sherwood Taylor, *N*, 1948, **162**, 46).

Michel, H. (4). 'Du Prisme Méridien au *Siun-Ki* [*Hsüan-Chi*].' *CET*, 1950, **66**, 23.

Michel, H. (5). 'Le Calcul Mécanique; à propos d'une Exposition récente.' *JSHB*, 1947 (no. 7), 307.

Michel, H. (7). 'Sur les Jades Astronomiques Chinois.' *MCB*, 1951, **9**, 153.

Michel, H. (8). 'A Propos de Terminologie.' *CET*, 1951, **67**.

Michel, H. (9). 'Un Service de l'Heure Mhlénaire.' *CET*, 1952, **68**, 1.

Michel, H. (10). ***Montres Solaires*** [Portable Sun-Dials]. Catalogue des Cadrans Solaires du Musée de la Vie Wallonne. Musée Wallon, Liège, 1953. (Reprinted from *CET*, 1952, **68**, 253.)

Michel, H. (11). 'La Mesure du Temps.' *EM*, 1952, no. 3.

Michel, H. (12). *Introduction à l'Etude d'une Collection d'Instruments anciens de Mathématiques.* de Sikkel, Antwerp, 1939.

Michel, H. (13). 'Le Rectangulus de Wallingford, précédé d'une Note sur le Torquetum.' *CET*, 1944, **60** (nos. 11, 12), 1.

Michel, H. (14). 'Les Tubes Optiques avant le Télescope.' *CET*, 1954, **70** (nos. 5, 6), 3.

Mieli, Aldo (1). *La Science Arabe, et son Rôle dans l'Evolution Scientifique Mondiale.* Brill, Leiden, 1938.

Mieli, A. (2). *Panorama General de Historia de la Ciencia.* Vol. 1, *El Mundo Antiguo; griegos y romanos.* Vol. II, *El Mundo Islámico e el Occidente Medieval Cristiano.* Espasa-Calpe, Buenos Aires, 1946. (Nos. 1 and 5 respectively of Colección Historia y Filosofía de la Ciencia, ed. J. Rey Pastor.)

Mikami, Y. (2). 'Notes on Native Japanese Mathematics. I, The Pythagorean Theorem.' *AMP*, 1913 (3rd ser.), **20**, 1; 1914, **22**, 183.

Mikami, Y. (7). 'Chronological Table of the History of Science in China and Japan, +16th century.' *A*, 1941, **23**, 211.

Mikami, Y. (8). 'On a Japanese Astronomical Treatise [*Kwanshō Zusetsu*, 1823] based on Dutch Works [esp. J. F. Martinet's *Katechismus d. Natuur*, 1779].' *NAW*, 1911, **9**, 231.

Mikami, Y. (9). 'Hatono Sōha and the Mathematics of Seki [Takakusn]' (identity of Petrus Hartsingius Japonensis). *NAW*, 1911, **9**, 158.

Mikami, Y. (10). 'On an Astronomical Treatise [*Kenkon Bensetsu*] composed [in +1650] by a Portuguese in Japan' (Sawano Chūan = Giuseppe Chiara). *NAW*, 1912, **10**, 61.

Mikami, Y. (11). 'On a Japanese MS. of the Seventeenth Century concerning European Astronomy' (the *Namban Tenchi-ron* of *c.* +1670). *NAW*, 1912, **10**, 71.

Mikami, Y. (12). 'A Japanese Buddhist View of European Astronomy' (the *Bukkoku Rekishō-hen* of Entsū, +1810). *NAW*, 1912, **10**, 233.

Mikami, Y. (14). 'On Shizuki [Tadao's] Translation [*Rekishō Shinsho*, +1798 to +1802] of Keill's Astronomical Treatise [*Introductio ad*

veram Physicam et veram Astronomicam, by J. Keill, Oxford, 1705; Dutch tr. by J. Lulofs, 1740].' *NAW*, 1913, **11**, 1.

Milham, W. I. (1). *Time and Timekeepers; History, Construction, Care, and Accuracy, of Clocks and Watches.* Macmillan, New York, 1923.

Minakata, K. (1). 'The Constellations of the Far East.' *N*, 1893, **48**, 542.

Mitchell, W. M. (1). 'History of the Discovery of the Solar Spots.' *POPA*, 1916, **24**, 22, 82, 149, 206, 290, 341, 428, 488, 562.

de Moidrey, J. [& Huang, P.] (1). 'Observations Anciennes de Taches Solaires en Chine.' *BAS*, 1904, **21**, 1.

Moody, E. A. (1). 'Galileo and Avempace [Ibn Bājjah]; the Dynamics of the Leaning Tower Experiment.' *JHI*, 1951, **12**, 163, 375.

Moore, W. U. (1). 'The Bore of the Tsien-Tang Kiang [Chhien-thang R.].' *JRAS/NCB*, 1889, **23**, 185.

Moran, H. A. (1). *The Alphabet and the Ancient Calendar Signs; Astrological Elements in the Origin of the Alphabet* (with foreword by D. Diringer). Pacific Books, Palo Alto, Calif. 1953 (lithoprinted).

Moreau, F. (1). *Eléments d'Astronomie.* Bruxelles, 1942.

de Morgan, A. (1). *Budget of Paradoxes*, vol. 2, p. 66. Open Court, Chicago, 1915.

Morley, S. G. (1). *The Ancient Maya.* Stanford Univ. Press, Palo Alto, California, 1946.

Mouchez, Admiral (1). 'L'Observatoire de Pékin.' *LN*, 1888, **16** (no. 808), 406.

Moule, A. C. (1). *Christians in China before the year 1550.* SPCK, London, 1930.

Moule, A. C. (3). 'The Bore on the Chhien-Thang River in China.' *TP*, 1923, **22**, 135 (includes much material on tides and tidal theory).

Moule, A. C. (4). 'An Introduction to the *I Yü Thu Chih.*' *TP*, 1930, **27**, 179.

Moule, A. C. (5). 'The Wonder of the Capital' (the Sung books *Tu Chhêng Chi Shêng* and *Mêng Liang Lu* about Hangchow). *NCR*, 1921, **3**, 12, 356.

Moule, A. C. & Pelliot, P. (1) (tr. and annot.). *Marco Polo (+1254 to +1325); The Description of the World.* Routledge, London, 1938.

Moule, G. E. (1) (tr.). 'The Obligations of China to Europe in the Matter of Physical Science acknowledged by Eminent Chinese; being Extracts from the Preface to Tsêng Kuo-Fan's edition of Euclid, with brief introductory observations.' *JRAS/NCB*, 1873, **7**, 147.

Moule, G. T. (1). 'The Hangchow Bore.' *NCR*, 1921, **3**, 289.

Müller, R. (1). 'Die astronomischen Instrumente des Kaisers von China in Potsdam.' *AT*, 1931 (no. 2), 120.

Nagasawa, K. (1). *Geschichte der Chinesischen Literatur, und ihrer ge-*

danklichen Grundlage. Transl. from the Japanese by E. Feifel. Fu-jen Univ. Press, Peiping, 1945.

Nallino, C. A. (2) (ed. and Latin tr.). *Al-Battānī sive Albatenii opus Astronomicum, Arabice editum, Latine versum, adnotationibus instructum a* .... 3 vols. Milan, 1899—1907.

Narrien, J. (1). *An Historical Account of the Origin and Progress of Astronomy, with plates illustrating, chiefly, the ancient systems.* Baldwin & Cradock, London, 1833.

Nawrath, A. (1). *Indien und China; Meisterwerke der Baukunst und Plastik* (album of photographs). Schroll, Vienna, 1938.

Neal, J. B. (1). 'Analyses of Chinese Inorganic Drugs.' *CMJ*, 1889, **2**, 116; 1891, **5**, 193.

Needham, Joseph, Beer, Arthur & Ho Ping-Yü (1). '"Spiked" Comets in Ancient China.' *O*, 1957, **77**, 137.

Needham, Joseph, Wang Ling & Price, Derek J. (1). *Heavenly Clockwork; the Great Astronomical Clocks of Medieval China*, Cambridge (in the press). (Antiquarian Horological Society Monographs, no. 1).

Neugebauer, O. (1). 'The History of Ancient Astronomy; Problems and Methods.' *JNES*, 1945, **4**, 1; reprinted in enlarged version, *PASP*, 1946, **58**, 17, 104.

Neugebauer, O. (2). 'The Water-Clock in Babylonian Astronomy.' *ISIS*, 1947, **37**, 37.

Neugebauer, O. (3). 'The Astronomical Origin of the Theory of Conic Sections.' *PAPS*, 1948, **92**, 136.

Neugebauer, O. (4). 'The Study of Wretched Subjects' (a defence of the study of ancient and medieval pseudo-sciences for the unravelling of the threads of the growth of true science, and for the understanding of the mental climate of the early discoveries). *ISIS*, 1951, **42**, 111.

Neugebauer, O. (5). 'A Greek Table for the Motion of the Sun' (date unknown but with Indian connections). *CEN*, 1951, **1**, 266.

Neugebauer, O. (7). 'The Early History of the Astrolabe.' *ISIS*, 1949, **40**, 240.

Neugebauer, O. (8). 'Babylonian Planetary Theory.' *PAPS*, 1954, **98**, 60.

Neugebauer, O. (9). *The Exact Sciences in Antiquity*. Princeton Univ. Press, Princeton, N. J. 1952 (Messenger Lectures at Cornell University on mathematics and astronomy in Babylonia, Egypt and Greece) (rev. *ISIS*, 1952, **43**, 69).

Neugebauer, O. (10) (ed.). *Babylonian Ephemerides of the Seleucid Period for the Motion of the Sun, the Moon, and the Planets*. 3 vols. Vol. 1, Introduction; the Moon. Vol. 2, The Planets; Indexes. Vol. 3, Plates. Lund Humphries, London, 1955. (Pub. of the Institute

for Advanced Study, Princeton, N. J.)

Neugebauer, O. (11). 'Tamil Astronomy.' *OSIS*, 1952, **10**, 252.

Neugebauer, O. (12). Essay review of the first two volumes of Renou & Filliozat (1), giving a summary of our knowledge of the passage of Greek geometrical astronomy to Northern India and of Babylonian algebraical astronomy to Southern India. *A/AIHS*, 1955, **8**, 166.

Neugebauer, P. V. (1). *Astronomische Chronologie*. Berlin, 1929.

Neugebauer, P. V. (2). *Tafeln zur astronomischen Chronologie*. I. Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart nebst Hilfsmitteln zur Berechnung von Sternpositionen zw. 4000 vor Chr. und 3000 nach Chr.... Hinrichs, Leipzig, 1912. II. Tafeln für Sonne, Planeten und Mond, nebst Tafeln der Mondphasen für die Zeit 4000 vor Chr. bis 3000 nach Chr.... Hinrichs, Leipzig, 1914.

Nicolson, M. H. (1). *Voyages to the Moon*. Macmillan, New York, 1948.

Nōda, C. (1)=(*1*). *An Enquiry concerning the 'Chou Pei Suan Ching'*. Academy of Oriental Culture, Kyoto Institute, Kyoto, 1933. (Toho Bunka Gakuin Kyoto Kenkyusho Memoirs, no. 3.)

Nōda, C. (2)=(*2*). *An Enquiry concerning the Astronomical Writings contained in the 'Li Chi, Yüeh Ling'*. Academy of Oriental Culture, Kyoto Institute, Kyoto, 1938. (Toho Bunka Gakuin Kyoto Kenkyusho Memoirs, no. 12.)

Noel, Francis [František], S. J. (1). *Observationes Mathematicae et Physicae in India et China factae a Patre Francisco Noel SJ ab anno 1684, usque ad annum 1708*. University Press, Prague, 1710. Cf. Slouka, pp. 161 ff. pp. 56 ff. 'Varia ad Astronomiam Sinicam Spectantia': (*a*) the Stems and Branches, (*b*) diagram of a sexagenary cycle from +1684 to +1744, (*c*) list of 28 *hsiu*, (*d*) list of 24 *chieh chhi*, (*e*) rough correlation of star-catalogue arranged by zodiacal signs with Chinese star-group names, (*f*) discussion of Chinese metrology. The Royal Astronomical Society copy contains copious annotations, especially of Chinese characters, inserted by John Williams.

Noel, Francis (2). *Philosophia Sinica; Tribus Tractatibus primo cognitionem primi Entis Secundo Ceremonias erga Defunctos tertio Ethicam juxta Sinarum mentem complectens*. Univ. Press, Prague, 1711. (Cf. Pinot (2), p. 116.)

Noel, Francis (3). *Sinensis Imperii Libri Classici Sex, nimirum Adultorum Schola* [Ta Hsüeh], *Immutabile Medium* [Chung Yung], *liber Sententiarum* [Lun Yü], *Mencius, Filialis Observantia* [Hsiao Ching], *Parvulorum Schola* [San Tzu Ching?] *e Sinico Idiomate in Latinum traducti*.... Univ. Press, Prague, 1711.

Noel, Francis (4). *Historica Notitia Rituum et Ceremoniarum Sinicarum*

in Colendis Parentibus ac Benefactoribus defunctis, ex ipsis sinensium auctorum libris desumpta .... Univ. Press, Prague, 1711. (Censored and withdrawn shortly after publication, therefore very rare.)

Nolte, F. (1). *Die Armillarsphäre.* Mencke, Erlangen, 1922. (Abhdl. z. Gesch. d. Naturwiss. u. d. Med. no. 2.)

Oldenberg, H. (2). 'Nakshatra und Sieou.' *NGWG/PH*, 1909, 544.

Olivier, C. P. (1). *Comets.* Baillière, Tindal & Cox, London, 1930.

Olmsted, J. W. (1). 'The "Application" of Telescopes to Astronomical Instruments [with graduated arcs for measuring angles].' *ISIS*, 1949, **40**, 213.

Olschki, L. (2). *Galilei und seine Zeit.* Halle, 1927.

Olschki, L. (3). 'Galileo's Philosophy of Science.' *PHR*, 1943, **52**, 349.

Olschki, L. (4). *Guillaume Boucher; a French Artist at the Court of the Khans.* Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1946 (rev. H. Franke, *OR*, 1950, **3**, 135).

Oordt, J. H. (1). 'Note on the Supernova of +1054.' *TP*, 1942, **36**, 179.

Oppenheim, S. (1). 'Über d. Perioden d. Sonnenflecken.' *FF*, 1928, **4**, 128.

Oppert, M. (1). 'Tablettes Assyriennes....Prédictions tirées des Monstruosités....' *JA*, 1871 (6ᵉ sér.), **18**, 449.

von Oppolzer, T. (1). 'Ü. d. Sonnenfinsternis d. *Schu King* [*Shu Ching*].' *MPAW*, 1880, 166.

von Oppolzer, T. (2). *Canon der Finsternisse.* Vienna, 1887.

Pancritius, M. (1). 'Lunar calendars and matriarchy.' *AN*, 1930, **25**, 879, 889.

Paneth, F. A. (1). *The Frequency of Meteorite Falls throughout the Ages.* Art. in *Vistas in Astronomy*, ed. A. Beer. Pergamon Press, London & New York, 1956, vol. 11, p. 1681.

Pannekoek, A. (1). 'Planetary Theories.' *POPA*, 1947, **55** (Kidinnu and Ptolemy); 1948, **56** (Copernicus, Kepler, Newton and Laplace). (Also issued separately, repaginated, for private circulation.)

de Paravey, C. H. (1). *Illustrations de l'Astronomie hiéroglyphique et des Planisphères et Zodiaques retrouvés en Egypte, en Chaldée, dans l'Inde et au Japon, etc.* Paris, 1869.

Parker, E. H. (4). 'Notes on Chinese astronomy.' *CR*, 1887, **15**, 182.

Peek, A. P. (1). 'Notes on the so-called "Black Lime" (*chhing hui* or *mo hui*) of China.' *CIMC/MR*, 1885, no. 29, 40.

Pellat, C. (2). 'Le Traité d'Astronomie pratique et de Météorologie populaire d'Ibn Qutayba.' *ARAB*, 1954, **1**, 84.

Pellat, C. (3). 'Dictons rimés, *anwā* [proverbs about heliacal risings and settings in relation to weather], et Mansions Lunaires chez les Arabes.' *ARAB*, 1955, **2**, 17.

Pelliot, P. (2). 'Les Grands Voyages Maritimes Chinois au début du 15ᵉ Siècle.' *TP*, 1933, **30**, 237; 1935, **31**, 274.

Pelliot, P. (9). 'Mémoire sur les Coutumes de Cambodge' [a translation of Chou Ta-Kuan's *Chen-La Fêng Thu Chi*]. *BEFEO*, 1902, **1**, 123. Revised version: Paris, 1951, see Pelliot (33).

Pelliot, P. (16). 'Le Fou-Nan' [Cambodia]. *BEFEO*, **3**, 57.

Pelliot, P. (17). 'Deux Itinéraires de Chine à l'Inde à la Fin du 8ᵉ Siècle.' *BEFEO*, 1904, **4**, 131.

Pelliot, P. (18). Review of G. Ferrand's *Voyage du Marchand Arabe Sulayman....* (on Sung and Arab maps). *TP*, 1922, **21**, 405.

Pelliot, P. (19). 'Note sur la Carte des Pays du Nord-Ouest dans le *King Che Ta Tien*' [*Yuan Ching Shih Ta Tien*]. *TP*, 1927, **25**, 98.

Pelliot, P. (20). Introduction to *Jades Archaïques de Chine appartenant à Mons. C. T. Loo.* van Oest, Paris & Brussels, 1925.

Pelliot, P. (21). 'Les Prétendus Jades de Sou-Tcheou [Suchow, Kansu].' *TP*, 1913, **14**, 258.

Pelliot, P. (25). *Les Grottes de Touen-Hoang* [*Tunhuang*]; *Peintures et Sculptures Bouddhiques des Epoques des Wei, des Thang et des Song* [*Sung*]. Mission Pelliot en Asie Centrale, 6 portfolios of plates. Paris, 1920—4.

Pelliot, P. (33). *Mémoires sur les Coutumes de Cambodge de Tcheou Ta-Kouan* [Chou Ta-Kuan]; version nouvelle, suivie d'un Commentaire inachevé, Maisonneuve, Paris, 1951. (Œuvres Posthumes, no. 3.)

Pelliot, P. (41). *Les Débuts de l'Imprimerie en Chine.* Impr. Nat. & Maisonneuve, Paris, 1953. (Œuvres Posthumes, no. 4.)

Pelliot, P. (42). 'Neuf Notes sur des Questions d'Asie Centrale.' *TP*, 1928, **26**, 201.

Pelliot, P. & Moule, A. C. (1). 'An Ancient Seismometer' (Chang Hêng's). *TP*, 1924, **23**, 36.

Pelseneer, J. (2). 'Les Influences dans l'Histoire des Sciences.' *A/AIHS*, 1948, **1**, 347.

Pernter, J. M. & Exner, F. M. (1). *Meteorologische Optik.* Braumüller, Vienna & Leipzig, 1922.

Perry, W. J. (1). *The Children of the Sun.* Methuen, London, 1923.

Peters, C. H. F. & Knobel, E. B. (1). *Ptolemy's Catalogue of Stars, a Revision of the Almagest.* Carnegie Institution, Washington, publ. no. 86, 1915.

Pfister, L. (1). *Notices Biographiques et Bibliographiques sur les Jésuites de l'Ancienne Mission de Chine (+1552 to +1773).* 2 vols. Mission Press, Shanghai, 1932 (*VS* no. 59).

Pfizmaier, A. (67) (tr.). 'Seltsamkeiten aus den Zeiten d. Thang' I and

II. I, *SWAW/PH*, 1879, **94**, 7, 11, 19. II, *SWAW/PH*, 1881, **96**, 293. Tr. *Hsin Thang Shu*, chs. 34—6 (Wu Hsing Chih), 88, 89.

Pfizmaier, A. (70) (tr.). 'Über einige chinesische Schriftwerke des siebenten und achten Jahrhunderts n. Chr.' *SWAW/PH*, 1879, **93**, 127, 159. Tr. *Hsin Thang Shu*, chs. 57, 59 (in part: I Wên Chih including agriculture, astronomy, mathematics, war, five-element theory).

Pfizmaier, A. (83) (tr.). 'Das *Li Sao* und die Neun Gesänge.' *DWAW/PH*, 1851, **3**, 159, 175.

Pfizmaier, A. (92) (tr.). 'Kunstfertigkeiten u. Künste d. alten Chinesen.' *Lan*, chs. 736, 737 (magic), 750, 751 (painting) and 752 (inventions *SWAW/PH*, 1871, **69**, 147, 164, 178, 202, 208. Tr. *Thai-Phing Yü* and automata).

Pfizmaier, A. (94) (tr.). 'Beiträge z. Geschichte d. Perlen.' *SWAW/PH*, 1867, **57**, 617, 629. Tr. *Thai-Phing Yü Lan*, chs. 802 (in part), 803.

Pfizmaier, A. (95) (tr.). 'Beiträge z. Geschichte d. Edelsteine u. des Goldes.' *SWAW/PH*, 1867, **58**, 181, 194, 211, 217, 218, 223, 237. Tr. *Thai-Phing Yü Lan*, chs. 807 (coral), 808 (amber), 809, (gems), 810, 811 (gold), 813 (in part).

Philip, A. (1). *The Calendar; its History, Structure, and Improvement.* Cambridge, 1921.

Pi, H. T. (1). 'The History of Spectacles in China.' *CMJ*, 1928, **42**, 742.

Pinot, V. (2). *Documents inédits relatifs à la Connaissance de la Chine en France de 1685 à 1740.* Geuthner, Paris, 1932.

Planchet, J. M. (1). 'La Mission de Pékin.' *BCP*, 1914, **1** (no. 6), 211.

Planchon, M. (1). *L'Horloge; son Histoire rétrospective, pittoresque et artistique.* Laurens, Paris, 1899; 2nd ed. 1912.

Pledge, H. T. (1). *Science since 1500.* HMSO, London, 1939.

Plummer, H. C. (1). 'Halley's Comet and its Importance.' *N*, 1942, **150**, 249.

Pogo, A. (1). 'Egyptian Water-Clocks.' *ISIS*, 1936, **25**, 403.

Pope, A. U. (1). *A Survey of Persian Art.* 6 vols. Oxford, 1939.

Powell, J. U. (1). 'The Simile of the Clepsydra in Empedocles.' *CQ*, 1923, **17**, 172.

Pratt, J. H. (1). 'On Chinese Astronomical Epochs.' *PMG*, 1862 (4th ser.), **23**, 1.

Price, D. J. (1). 'Clockwork before the Clock.' *HORJ*, 1955, **97**, 810; 1956, **98**, 31.

Price, D. J. (2) (ed.). *The Equatorie of the Planetis* (probably written by Geoffrey Chaucer), with a linguistic analysis by R. M. Wilson. C.U.P., Cambridge, 1955.

Price, D. J. (3). 'A Collection of Armillary Spheres and other Antique Scientific Instruments.' *ANS*, 1954, **10**, 172.

Price, D. J. (4). 'The Prehistory of the Clock.' *D*, 1956, **17**, 153.
Pruett, J. H. (1). 'Motion of Circumpolar Stars.' *SKY*, 1951, **10**, 98.
Puini, C. (1). 'I Muraglione della Cina.' *RGI*, 1915, **22**, 481.
Raeder, H., Strömgren, E. & Strömgren, B. (1) (tr.). *Tycho Brahe's Description of his Instruments and Scientific Work, as given in his 'Astronomiae Instauratae Mechanica'* (Wandesburgi, 1598). Munksgaard, Copenhagen, 1946. (Pub. of K. Danske Videnskab. Selskab.)
Ravenstein, E. G. (1). *Martin Behaim; his Life and his [terrestrial] Globe.* London, 1908.
Ray, J. (1). *Miscellaneous Discourses concerning the Dissolution and Changes of the World, wherein the Primitive Chaos and Creation, the General Deluge, Fountains, Formed Stones, Sea-shells found in the Earth, Subterranean Trees, Mountains, Earthquakes, Volcanoes.... are largely examined.* London, 1692.
Read, Bernard E. & Pak, C. (Phu Chu-Ping) (1). *A Compendium of Minerals and Stones used in Chinese Medicine, from the 'Pên Tshao Kang Mu'. PNHB*, 1928, **3** (no. 2), i—vii, 1—120. (Revised and enlarged, issued separately, French Bookstore, Peiping, 1936 (2nd ed.).) Serial nos. 1—135, corresp. with chs. of *Pên Tshao Kang Mu*, 8, 9, 10, 11.
Read, Bernard E. (4) [with Li Yü-Thien]. *Chinese Materia Medica; Dragon and Snake Drugs.* Pt. VII Reptiles 102—127, 43 *PNHB*, 1934, **8** (no. 4), 297—357. (Sep. issued, French Bookstore, Peiping, 1934.)
Redgrave, S. R. (1). *Erhard Ratdolt and his Work at Venice* (printer of astronomical books with colour-blocks). Bibliographical Soc. London, 1899.
Rediadis, P. (1). Account of the Anti-Kythera machine (+2nd century). In J. Svoronos, *Das Athener Nationalmuseum*, Textband I.
Reeves, J. (1). *Chinese Names of Stars and Constellations, collected at the request of Dr Morrison for his Chinese Dictionary.* Canton, 1819. (Morrison's dictionary appeared at Macao in 1815.) Not seen.
Regiomontanus (Johannes Müller of Königsberg) (1). 'De Torqueto, Astrolabio, Regula, Baculo', etc. In *Scripta*. Nürnburg, 1543.
Rehm, A. (1). 'Parapegmastudien.' *ABAW/PH*, 1941 (n.F.), **19**, 22.
Reich, S. & Wiet, G. (1). 'Un Astrolabe Syrien du 14e Siècle' (+1366). Portable equatorial sundial oriented by observation of Sun's altitude and used to determine Qiblah direction. *BIFAO*, 1939, **38**, 195.
Reinach, T. (1). *Mithridate Eupator, Roi de Pont.* Paris, 1890.
Reinaud, J. T. & Favé, I. (1). *Du Feu Grégeois, des Feux de Guerre, et des Origines de la Poudre à Canon, d'après des Textes Nouveaux.* Dumaine, Paris, 1845. (Crit. rev. by D[efrémer]y, *JA*, 1846 (4e sér.),

7, 572; E. Chevreul, *JS*, 1847, 87, 140, 209.)

Reischauer, E. O. (2) (tr.). *Ennin's Diary; the Record of a Pilgrimage to China in Search of the Law* (the *Nittō-Guhō Junrei Gyōki*). Ronald Press, New York, 1955.

Rémusat, J. P. A. (3). 'Antoine Gaubil.' *BU*, 1856, **16**, 1.

Rémusat, J. P. A. (4). 'Catalogue des Bolides et des Aérolithes observées à la Chine et dans les Pays Voisins, tiré des Ouvrages Chinois.' *JPH*, 1819, 88, 348.

Rémusat, J. P. A. (5). 'Observations Chinoises sur la Chute des Corps Météoriques.' In *Mélanges Asiatiques*. Dondey, Paris, 1825.

Rémusat, J. P. A. (6). Translation of the *Chen La Fêng Thu Chi*. *Nouvelles Mélanges Asiatiques*, vol. 1, p. 134.

Rémusat, J. P. A. (7) (tr.). *Histoire de la Ville de Khotan, tirée des Annales de la Chine et traduite du Chinois; suivie de Recherches sur la Substance Minérale appelée par les Chinois Pierre de Iu [Jade] et sur le Jaspe des Anciens*. (Tr. of *TSCC*, *Pien i tien*, ch. 55.) Paris, 1820.

Renou, L. & Filliozat, J. (1). *L'Inde Classique; Manuel des Etudes Indiennes*, Vol. I, with the collaboration of P. Meile, A. M. Esnoul and L. Silburn, Payot, Paris, 1947. Vol. 2, with the collaboration of P. Demiéville, O. Lacombe, & P. Meile, Ecole Française d'Extrême Orient, Hanoi; Impr. Nationale, Paris, 1953.

Repsold, J. A. (1). *Zur Geschichte d. astronomischer Messwerkzeuge*, 2 vols. Leipzig. 1908—1914.

Rico y Sinobas, M. (1). '*Libros del Saber de Astronomia*' *del Rey D. Alfonso X de Castilla*. Aguado, Madrid, 1864.

Rigge, W. F. (1). 'A Chinese Star-Map Two Centuries Old.' *POPA*, 1915, **23**, 29.

Robinson, F. B. (1). 'The Astronomical Observatory in Peking.' *AAR*, 1930, 37.

Rohde, A. (1). *Die Geschichte d. wissenschaftlichen Instrumente vom Beginn der Renaissance bis zum Ausgang des 18. Jahrh.* Klinkhardt & Biermann, Leipzig, 1923. (Monographien d. Kunstgewerbes, no. 16.)

Rome, A. (1). 'Les Observations d'Equinoxes et de Solstices dans le ch. 1 du livre 3 du Commentaire sur *l'Almagest* par Théon d'Alexandrie.' *ASSB*, 1937, **57**, 213; 1938, **58**, 6.

Ross, W. D. (1). *Aristotle*. Methuen, London, 1930.

Rothman, R. W. (1). 'On an Ancient Solar Eclipse observed in China.' *RAS/M*, 1840, **11**, 47.

Roxby, P. M. (2). 'The Major Regions of China.' *G*, 1938, **23**, 9.

Roxby, P. M. (3). 'China as an Entity; the Comparison with Europe.'

G, 1934, 1.

Roxby, P. M. (4). *The Far Eastern Question in its Geographical Setting.* Geogr. Assoc. Aberystwyth, 1920.

Rufus, W. C. (1). 'The Celestial Planisphere of King Yi Tai-Jo' [of Korea]. *JRAS/KB*, 1913, **4**, 23; *POPA*, 1915, **23**, 6.

Rufus, W. C. (2). 'Astronomy in Korea.' *JRAS/KB*, 1936, **26**, 1.

Rufus, W. C. (3). 'A Political Star Chart of the Twelfth Century.' *RASC/J*, 1945, **39**, 33. Correspondence with H. Chatley, 280; comment H. Chatley, *O*, 1947, **67**, 33.

Rufus, W. C. & Chao, Celia (1). 'A Korean Star-Map.' *ISIS*, 1944, **35**, 316.

Rufus, W. C. & Lee Won-Chul (1). 'Marking Time in Korea.' *POPA*, 1936, **44**, 252.

Rufus, W. C. & Tien Hsing-Chih (1). *The Soochow Astronomical Chart.* Univ. of Michigan Press, Ann Arbor, 1945 (rev. H. Chatley, *O*, 1947, **67**, 33).

Russell, S. M. (1). 'Discussion of Astronomical Records in Ancient Chinese Books.' *JPOS*, 1888, **2**, 187.

Ryle, M. & Ratcliffe, J. A. (1). 'Radio-Astronomy.' *END* 1952, **11**, 117.

Saint-Denys, d'Hervey, M. J. L. (1) (tr.). *Ethnographie des Peuples Etrangers à la Chine; ouvrage composé au 13e siècle de notre ère par Ma Touan-Lin....avec un commentaire perpétuel.* Georg & Mueller, Geneva, 1876—83. 4 vols. (Translation of chs. 324—48 of the *Wên Hsien Thung Khao* of Ma Tuan-Lin.) Vol. 1. Eastern Peoples; Korea, Japan, Kamchatka, Thaiwan, Pacific Islands (chs. 324—7). Vol. 2. Southern Peoples; Hainan, Tongking, Siam, Cambodia, Burma, Sumatra, Borneo, Philippines, Moluccas, New Guinea (chs. 328—32). Vol. 3. Western Peoples (chs. 333—9). Vol. 4. Northern Peoples (chs. 340—8).

Sambursky, S. (1). *The Physical World of the Greeks*, tr. from the Hebrew edition by M. Dagut; Routledge & Kegan Paul, London, 1956.

Sammadar, J. N. (1). 'Rain Measurement in Ancient India.' *QJRMS*, 1912, **38**, 65.

de Santillana, G. (1). *The Crime of Galileo.* Univ. of Chicago Press, Chicago, 1955; rev. P. Labérenne, *LP*, 1956 (no. 69), 133.

Sarton, G. (1). *Introduction to the History of Science.* Vol. 1, 1927; Vol. 2. 1931 (2 parts); Vol. 3, 1947 (2 parts). Williams & Wilkins, Baltimore (Carnegie Institution Pub. no. 376).

Sarton, G. (2). 'Simon Stevin of Bruges; the first explanation of Decimal Fractions and Measures (+1585); together with a history of the decimal idea, and a facsimile of Stevin's *Disme.*' *ISIS*, 1934, **21**, 241; 1935, **23**, 153.

Sarton, G. (3). 'Early Observations of Sun-Spots.' *ISIS*, 1947, **37**, 69.

Sarton, G. (4). 'The Earliest Reference to Fossil Fishes.' *ISIS*, 1941, **33**, 56.

Sarton, G. (5). 'Decimal Systems Early and Late.' *OSIS*, 1950, **9**, 581.

de Saussure, L. (1). *Les Origines de l'Astronomie Chinoise.* Maissoneuve, Paris, 1930. Commentaries by E. Zinner, *VAG*, 1931, **66**, 21; A. Pogo, *ISIS*, 1932, **17**, 267. This book (posthumously issued) contains eleven of the most important original papers of de Saussure on Chinese astronomy (3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). It omits, however, the important addendum to (3), 3*a*, as well as the valuable series (16). Unfortunately the editing was slovenly. Although the reprinted papers were re-paged, the cross-references in the footnotes were unaltered; Pogo, however (*loc. cit.*), has provided a table of corrections by the use of which de Saussure's cross-references can be readily utilised.

de Saussure, L. (2). 'Prolégomènes d'Astronomie Primitive Comparée.' *ASPN*, 1907 (4ᵉ sér. **23**), **112**, 537.

de Saussure, L. (2*a*). 'Notes sur les Etoiles Fondamentales des Chinois.' *ASPN*, 1907 (4ᵉ sér. **24**), **112**, 19, 96.

de Saussure, L. (3). 'Le Texte Astronomique du Yao Tien.' *TP*, 1907, **8**, 301. (Reprinted as introduction to (1).)

de Saussure, L. (3*a*). 'Le Texte Astronomique du Yao Tien; Note Rectificative et Complémentaire.' *TP*, 1907, **8**, 559.

de Saussure, L. (4). 'L'Astronomie Chinoise dans l'Antiquité.' *RGS*, 1907, **18**, 135. (Commentary on de Saussure's work up to this time by P. Puiseux, *JS*, 1908, 512; reprinted *TP*, 1908, **9**, 708.)

de Saussure, L. (5). 'Le Cycle de Jupiter.' *TP*, 1908, **9**, 455. (This paper contains many mistakes, in the opinion of the author, who desired that it should be considered as cancelled and replaced by (12). See (1), p. 421 fn.)

de Saussure, L. (6). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise: l'Origine des *Sieou* [*hsiu*].' *TP*, 1909, **10**, 121. (Reprinted as [A] in (1).)

de Saussure, L. (7). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise; les Cinq Palais Célestes.' *TP*, 1909, **10**, 255. (Reprinted as [B] in (1).)

de Saussure, L. (8). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise; La Série Quinaire et ses Dérivés.' *TP*, 1910, **11**, 221. (Reprinted as [C] in (1).)

de Saussure, L. (9). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise: La Série des douze *tche*.' *TP*, 1910, **11**, 457. (Reprinted as [D] in (1).)

de Saussure, L. (10). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise; Le Cycle des Douze Animaux.' *TP*, 1910, **11**, 583. (Reprinted as [E] in (1).)

de Saussure, L. (11). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise: La Règle des *cho-ti* [*shê-thi*].' *TP*, 1911, **12**, 347. (Reprinted as [F] in (1).)

de Saussure, L. (12). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise: Le Cycle de Jupiter.' *TP*, 1913, **14**, 387; 1914, **15**, 645. (Reprinted as [G] and [G*bis*] in (1).)

de Saussure, L. (13). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise; Les Anciennes Etoiles Polaires.' *TP*, 1921, **20**, 86. (Reprinted as [H] in (1).)

de Saussure, L. (14). 'Les Origines de l'Astronomie Chinoise; Le Zodiaque Lunaire.' *TP*, 1922, **21**, 251. (Reprinted as [I] in (1).)

de Saussure, L. (15). 'Le Zodiaque Lunaire Asiatique.' *ASPN*, 1919 (5e sér. **1**), **124**, 105.

de Saussure, L. (16*a*, *b*, *c*, *d*). 'Le Système Astronomique des Chinois.' *ASPN*, 1919 (5e sér. **1**), **124**, 186, 561; 1920 (5e sér. **2**), **125**, 214, 325. (*a*) Introduction: (i) Description du Système, (ii) Preuves de l'Antiquité du Système; (*b*) (iii) Rôle Fondamental de l'Etoile Polaire, (iv) La Théorie des Cinq Eléments; (v) Changements Dynastiques et Réformes de la Doctrine; (*c*) (vi) Le Symbolisme Zoaire, (vii) Les Anciens Mois Turcs; (*d*) (viii) Le Calendrier, (ix) Le Cycle Sexagésimal et la Chronologie, (x) Les Erreurs de la Critique. Conclusion.

de Saussure, L. (16*e*). 'Le Système Cosmologique des Chinois.' *RGS*, 1921, **32**, 729.

de Saussure, L. (17). 'Origine babylonienne de l'Astronomie Chinoise.' *ASPN*, 1923 (5e sér. **5**), **128**, 5.

de Saussure, L. (18). 'Origine Chinoise du Dualisme Iranien.' *JA*, 1922 (11e sér. **20**), **201**, 302. (Abstract only, refers to (19).)

de Saussure, L. (19). 'Le Système Cosmologique Sino-Iranien.' *JA*, 1923 (12e sér. **1**), **202** 235.

de Saussure, L. (20). 'La Cosmologie Religieuse en Chine, etc.' Congrès Internat. de l'Hist. des Religions, 1923, p. 79.

de Saussure, L. (21). 'La Série Septénaire, Cosmologique et Planétaire.' *JA*, 1923 (12e sér. **3**), **204**, 333; *NCR*, 1922, **4**, 461.

de Saussure, L. (22). 'Une Interpolation du *Che Ki* (*Shih Chi*); Le Tableau Calendarique de 76 Années.' *JA*, 1922 (11e sér. **20**), **201**, 105.

de Saussure, L. (22*a*). 'Une Interpolation du *Che Ki;* Note complémentaire.' *JA*, 1924 (12e sér. **5**), **206**, 265.

de Saussure, L. (23). 'Sur l'Inanité de la Chronologie Chinoise officielle.' *JA*, 1923 (12e sér. **2**), **203**, 360.

de Saussure, L. (24). 'Note sur l'Origine Iranienne des Mansions Lunaires Arabes.' *JA*, 1925 (12e sér. **6**), **207**, 166.

de Saussure, L. (25). 'La Chronologie Chinoise et l'Avènement des Tcheou.' *TP*, 1924, **23**, 287; 1932, **29**, 276 (posthumous). (Crit. H. Chatley, *JRAS/NCB*, 1934, **65**, 187.)

de Saussure, L. (26). (*a*) 'La Relation des Voyages du Roi Mou.' *JA*, 1921 (11e sér. 16), **197**, 151; (11e sér. **17**), **198**, 247. (*b*) 'The Calendar of the *Muh T'ien Tsz Chuen.*' *NCR*, 1920, **2**, 513. (Comments by P. Pelliot, *TP*, 1922, **21**, 98.)

de Saussure, L. (26*a*). 'Le Voyage de Mou Wang et l'Hypothèse d'Ed. Chavannes.' *TP*, 1921, **20**, 19.

de Saussure, L. (27). 'Le Cycle des Douze Animaux et le Symbolisme Cosmologique des Chinois.' *JA*, 1920 (11e sér. 15), **196**, 55. (Fig. 9 of this paper needs correction according to the note on p. 278 of (26).)

de Saussure, L. (28). 'La Symétrie du Zodiaque Lunaire Asiatique.' *JA*, 1919 (11e sér. **14**), **195**, 141.

de Saussure, L. (28*a*). 'The Lunar Zodiac.' *NCR*, 1921, **3**, 453.

de Saussure, L. (29). 'L'Horométrie et le Système Cosmologique des Chinois.' Introduction to A. Chapuis' *Relations de l'Horlogerie Suisse avec la Chine; la Montre 'Chinoise'.* Attinger, Neuchâtel, 1919.

de Saussure, L. (30). 'Astronomie et Mythologie dans le *Chou King* [*Shu Ching*].' *TP*, 1932, **29**, 359. (Appendix to (25); the last statement of de Saussure's views on Chinese Astronomy.)

de Saussure, L. (31). 'L'Etymologie du nom des monts K'ouen-Louen.' *TP*, 1921, **20**, 370.

de Saussure, L. (32). 'On the Antiquity of the Yin-Yang Theory.' *NCR*, 1922, **4**, 457.

de Saussure, L. (33). 'Note on a difficulty of Pelliot's concerning a calendar of —63 found among the Tunhuang documents.' *TP*, 1914, **15**, 463. (The inequality of the seasons not recognised till about +550.)

de Saussure, L. (34). 'La Tortue et le Serpent' (an amulet showing the Great Bear, and the Black Tortoise of the Northern Palace, with one of its constellations). *TP*, 1920, **19**, 247.

de Saussure, R. (1). 'Léopold de Saussure (1866—1925).' *ISIS*, 1937, **27**, 286.

Sauvaire, M. H. (1). 'On a Treatise on Weights and Measures by Eliya' (Elias bar Shinaya, +975 to +1049; Syriac). *JRAS*, 1877, **9**, 291.

Sayce, A. H. (1). 'Astronomy and Astrology of the Babylonians.' *TSBA*, 1879, **3**, 145.

Sayce, A. H. (2). *Babylonian Literature.* Bagster, London, n.d. (1877).

Sayili, Aydin (1). 'The "Observation Well".' In *Actes du VIIe Congrès Internat. d'Histoire des Sciences.* Jerusalem, 1953, p. 542.

Schafer, E. H. (1). 'Ritual Exposure [Nudity, etc.] in Ancient China.' *HJAS*, 1951, **14**, 130.

Schefer, C. (2). 'Notice sur les Relations des Peuples Mussulmans avec les Chinois depuis l'Extension de l'Islamisme jusqu'à la fin du 15e

Siècle.' In *Volume Centénaire de l'Ecole des Langues Orientales Vivantes*, 1795—1895. Leroux, Paris, 1895, pp. 1—43.

Schiaparelli, G. (1). *Scritti sulla Storia della Astronomia Antica.* Zanichelli, Bologna, 1925.

Schjellerup, H. C. F. C. (1). 'Recherches sur l'Astronomie des Anciens; II, On the Total Solar Eclipses Observed in China in the Years B.C. 708, 600 and 548.' *C*, 1881, 1, 41.

Schlachter, A. & Gisinger, F. (1). *Der Globus, seine Entstehung und Verwendung in der Antike.* Teubner, Leipzig & Berlin, 1927. (*ΣTOIXEIA*, Stud. z. Gesch. d. antik. Weltbildes u. d. griechischen Wiss., no. 8.)

Schlegel, G. (5). *Uranographie Chinoise, etc.* 2 vols. with star-maps in separate folder. Brill, Leyden, 1875. (Crit. J. Bertrand, *JS*, 1875, 557; S. Günther, *VAG*, 1877, 12, 28. Reply by G. Schlegel, *BNI*, 1880 (4e volg.), 4, 350.)

Schlegel, G. (7). *Problèmes Géographiques; les Peuples Etrangers chez les Historiens Chinois.*

(*a*) Fu-Sang Kuo (ident. Sakhalin and the Ainu). *TP*, 1892, 3, 101.
(*b*) Wên-Shen Kuo (ident. Kuriles). *Ibid.* p. 490.
(*b*) Wên-Shen Kuo (ident. Kuriles). *Ibid.* p. 490.
(*d*) Hsiao-Jen Kuo (ident. Kuriles and the Ainu). *TP*, 1893, 4, 323.
(*e*) Ta-Han Kuo (ident Kamchatka and the Chukchi) and Liu-Kuei Kuo. *Ibid.* p. 334.
(*f*) Ta-Jen Kuo (ident. islands between Korea and Japan) and Chhang-Jen Kuo. *Ibid.* p. 343.
(*g*) Chün-Tzu Kuo (ident. Korea, Silla). *Ibid.* p. 348.
(*h*) Pai-Min Kuo (ident. Korean Ainu). *Ibid.* p. 355.
(*i*) Chhing-Chhiu Kuo (ident. Korea). *Ibid.* p. 402.
(*j*) Hei-Chih Kuo (ident. Amur Tungus). *Ibid.* p. 405.
(*k*) Hsüan-Ku Kuo (ident. Siberian Giliak). *Ibid.* p. 410.
(*l*) Lo-Min Kuo and Chiao-Min Kuo (ident. Okhotsk coast peoples). *Ibid.* p. 413.
(*m*) Ni-Li Kuo (ident. Kamchatka and the Chukchi). *TP*, 1894, 5, 179.
(*n*) Pei-Ming Kuo (ident. Behring straits islands). *Ibid.* p. 201.
(*o*) Yu-I Kuo (ident. Kamchatka tribes). *Ibid.* p. 213.
(*p*) Han-Ming Kuo (ident. Kuriles). *Ibid.* p. 218.
(*q*) Wu-Ming Kuo (ident. Okhotsk coast peoples). *Ibid.* p. 224.
(*r*) San Hsien Shan (the magical islands in the Eastern Sea, perhaps partly Japan). *TP*, 1895, 6, 1.
(*s*) Liu-Chu Kuo (the Liu-Chu islands, partly confused with Thaiwan, Formosa). *Ibid.* p. 165.
(*t*) Nü-Jen Kuo (legendary, also in Japanese fable). *Ibid.* p. 247.

A volume of these reprints, collected, but lacking the original pagination, is in the Library of the Royal Geographical Society. Chinese transl. under name Hsi Lo-Ko. (rev. F. de Mély, *JS*, 1904.)

Schlegel, G. & Kühnert, F. (1). 'Die *Schu-King* [*Shu Ching*] Finsterniss.' *VKAWA/L*, 1890, **19**, (no. 3).

Schmeller, H. (1). *Beiträge z. Geschichte d. Technik in der Antike und bei den Arabern*. Mencke, Erlangen, 1922. (Abhdl. z. Gesch. d. Naturwiss. u. d. Med. no. 6.)

Schmidt, M. C. P. (1). *Kulturhistorische Beiträge. II. Die Antike Wasseruhr*. Leipzig, 1912.

Schnabel, P. (1). *Berossos und die babylonisch-hellenistische Literatur*. Teubner, Leipzig, 1923.

Schnabel, P. (2). 'Recognition of Babylonian planetary ephemerides material in later Indian texts.' *ZASS*, 1924, **35**, 112; 1927, **37**, 60.

Schott, A. (1). 'Das Werden der babylonisch-assyrischen Positions-astronomie und einige seiner Bedingungen.' *ZDMG*, 1934, **88**, 302.

Schott, W. (2). 'Ueber ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters' [the *Yeh Huo Pien* of Shen Tê-Fu (Ming)]. *APAW/PH*, 1880, no. 3.

Schove, D. J. (1). 'Sun-spots and Aurorae.' *JBASA*, 1948, **58**, 178.

Schove, D. J. (2). 'The Sun-spot Cycle before +1750.' *TM*, 1947, **52**, 233.

Schove, D. J. (3). 'Sun-spot Epochs, −188 to +1610.' *POPA*, 1948, **56**, 247. Table superseded by that in Schove (7).

Schove, D. J. (4). 'Chinese Raininess through the Centuries.' *MEM*, 1949, **78**, 11.

Schove, D. J. (5). 'The Earliest Dated Sun-spot.' *JBASA*, 1950, **61**, 22, 126.

Schove, D. J. (6). 'Sun-spots, Aurorae and Blood Rain: the Spectrum of Time.' *ISIS*, 1951, **42**, 133.

Schove, D. J. (7). 'Sun-spot Maxima since −649.' *JBASA*, 1956, **66**, 59.

Schove, D. J. (8). 'Halley's Comet; I, −1930 to +1986.' *JBASA*, 1955, **65**, 285.

Schove, D. J. (9). 'The Comet of David and Halley's Comet.' *JBASA*, 1955, **65**, 289.

Schove, D. J. (10). 'Halley's Comet and Kamienski's Formula.' *JBASA*, 1956, **66**, 131.

Schove, D. J. (11). 'The Sun-spot Cycle, −649 to +2000.' *JGPR*, 1955, **60**, 127.

Schoy, K. (1). 'Gnomonik d. Araber.' In E. v. Bassermann-Jordan's *Die Geschichte d. Zeitmessung u. d. Uhren*, vol. 1. de Gruyter, Berlin,

1923.

Schrameier, D. (1). 'On Martin Martini' [and his *Novus Atlas Sinensis* of 1655]. *JPOS*, 1888, **2**, 99.

Schrödinger, E. (1). *Science and Humanism*. Cambridge, 1951.

Sédillot, J. J. E. (1). *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes composé au 13e siècle par Aboul Hassan Ali de Maroc* (Abū 'Alī al-Hasan ibn 'Ali ibn 'Umar al-Marrākushī). Pub. with introduction by L.P.E.A. Sédillot. 2 vols. Imp. Royale, Paris, 1834—5.

Sédillot, L. P. E. A. (1). 'Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes, pour servir de complément au Traité d'Aboul Hassan.' *MRAI/DS*, 1844, **1**, 1. (Also sep. Imp. Royale, Paris, 1841—5.)

Sédillot, L. P. E. A. (2). *Matériaux pour servir à l'Histoire comparée des Sciences Mathématiques chez les Grecs et chez les Orientaux*. 2 vols. Didot, Paris, 1845—9.

Sédillot, L. P. E. A. (3). *Prolégomènes des Tables Astronomiques d'Oloug Beg* [Ulūgh Beg ibn Shahrukh].
(*a*) Notes, Variantes et Introduction. Didot, Paris, 1847 (first printed Ducrocq, Paris, 1839). (*b*) Traduction et Commentaire. Didot, Paris, 1853.

Sédillot, L. P. E. A. (4). 'De l'Astronomie et des Mathématiques chez les Chinois.' *BBSSMF*, 1868, **1**, 161.

Sédillot, L. P. E. A. (5). *Courtes Observations sur quelques points de l'Histoire de l'Astronomie et des Mathématiques chez les Orientaux*. Lainé & Havard, Paris, 1863.

Sédillot, L. P. E. A. (6). *Lettre sur quelques points de l'Astronomie Orientale*. Paris, 1834. (Probably = 'Lettre au Bureau des Longitudes.' *Moniteur*, 28 July 1834.)

Sédillot, L. P. E. A. (7). 'Nouvelles Recherches pour servir à l'Histoire de l'Astronomie chez les Arabes; Découverte de la Variation [third inequality in lunar motion] par Aboul-Wefā, astronome du 10e siècle' [Abū'l Wafā al-Buzjānī, +940 to +997]. *JA*, 1835 (2e sér.), **16**, 420. (Also pub. sep. Impr. Roy. 1836.)

Sédillot, L. P. E. A. (8). *Recherches Nouvelles pour servir à l'Histoire des Sciences Mathématiques chez les Orientaux*. Paris, 1837. Repr. from 'Notices de plusieurs Opuscules Mathématiques qui composent le MS. Arabe no. 1104 de la Bibliothèque Royale.' *MAI/NEM*, 1838, **13** (no. 1), 126.

Seemann, H. J. (1). 'Die Instrumente der Sternwarte zu Marāghah nach den Mitteilungen von al-'Urdī.' *SPMSE*, 1928, **60**, 15.

Seemann, H. J. (2). *Das Kugelförmige Astrolab*. Mencke, Erlangen, 1925. (Abhdl. z. Gesch. d. Naturwiss. u. d. Med. no. 8.)

Seligmann, K. (1). *The History of Magic*. Pantheon, New York, 1948.

Sengupta, P. C. (1). 'History of the Infinitesimal Calculus in Ancient and Medieval India.' *JDMV*, 1931, **41**, 223.

Sengupta, P. C. (2). 'The Age of the Brahmanas.' *IHQ*, 1934, **10**

Sengupta, P. C. (3). 'Hindu Astronomy.' Art. in *Cultural Heritage of India*, vol. 3, pp. 341—78, Calcutta, 1940.

Shakeshaft, J. R. (1) 'Radio-Astronomy.' *ADVS*, 1953, 294.

Shaw, W. Napier (1). *The Drama of Weather*. Cambridge, 1933.

Shaw, W. Napier & Austin, E. (1). *Manual of Meteorology*. 4 vols. Cambridge, 1926; 2nd ed. 1932.

Shinjō, S. (1). 'On the Development of the Astronomical Sciences in the Ancient Orient.' In *Scientific Japan, Past and Present*. 3rd Pan-Pacific Science Congress Volume, Tokyo, 1926. (Chinese translation by Chhen Hsiao-Hsien in *CST/HLJ*, 1929, nos. 94—6; see Eberhard, 10.)

Shirokogorov, S. M. (2). 'Lunar Calendars and Matriarchy.' *AN*, 1931, **26**, 217.

Shklovsky, I. S. (1). 'Novae and Radio Stars' (in Russian). *ANSSR/AC*, 1953 (no. 143), 1; *CRAS/USSR*, 1954, **94**, 417.

Shklovsky, I. S. & Parenago, P. P. (1). 'Identification of the Supernova of +369 with a powerful Radio Star in Cassiopeia' (in Russian). *ANSSR/AC*, 1952 (no. 131), 1. (Partial Eng. tr. *HANL*, 1953 (no. 70), 6.)

Short, James (1). 'Description and Uses of an Equatorial Telescope.' *PTRS*, 1749, **46**, 241.

Silcock, A. (1). *Introduction to Chinese Art*. London, 1935.

Singer, C. (2). *A Short History of Science, to the Nineteenth Century*. Oxford, 1941.

Singer, C. & Singer, D. W. (1). 'The Jewish Factor in Mediaeval Thought.' In *Legacy of Israel*, ed. E. R. Bevan and C. Singer. Oxford, 1928.

Singer, D. W. (1). *Giordano Bruno; His Life and Thought, with an annotated Translation of his Work 'On the Infinite Universe and World'*. Schuman, New York, 1950.

Sion, J. (1). *Asie des Moussons*. Vol. 9 of *Géographie Universelle*. Colin, Paris, 1928.

de Sitter, W. (1). 'On the System of Astronomical Constants.' *BAN*, 1938, **8** (no. 307), 216, 230.

Sloley, R. W. (1). (*a*) 'Primitive Methods of Measuring Time, with special reference to Egypt.' *JEA*, 1931, **17**, 166. (*b*) 'Ancient Clepsydrae.' *AE*, 1924, 43.

Slouka, Hubert *et al.* (1) (ed.). *Astronomie v Československu od dob Nejstarších do Dneška*. State Publishing House, Prague, 1952.

Smart, W. M. (1). *A Textbook on Spherical Astronomy*. Cambridge, 1936.

Smith, D. E. (1). *History of Mathematics.* Vol. 1. *General Survey of the History of Elementary Mathematics,* 1923. Vol. 2. *Special Topics of Elementary Mathematics,* 1925. Ginn, New York.

Solger, F. (1). 'Astronomische Anmerkungen zu chinesischen Märchen.' *MDGNVO,* 1922, **17**, 133.

Soonawala, M. F. (1). *Maharaja Sawai Jai Singh II of Jaipur and his Observatories.* Jaipur Astronomical Society, Jaipur, n.d. (1953) (rev. H. Spencer Jones, *N,* 1953, **172**, 645).

Soothill, W. E. (5). (posthumous). *The Hall of Light; a Study of Early Chinese Kingship.* Lutterworth, London, 1951. (On the Ming Thang; also contains discussion of the *Pu Thien Ko* and transl. of *Hsia Hsiao Chêng.*)

Spencer, L. J. (1). *A Key to Precious Stones.* London & Glasgow, 1936.

Spencer-Jones, Sir Harold (1). *General Astronomy.* Arnold, London, 1946 (2nd ed. reprinted).

Spencer-Jones, Sir Harold (2). 'The Royal Greenwich Observatory.' *PRSB,* 1949, **136**, 349.

Spinden, H. J. (1). *Ancient Civilisations of Mexico and Central America.* Amer. Mus. Nat. Hist., New York, 1946.

Sprat, Thomas (1). *The History of the Royal Society of London, for the Improving of Natural Knowledge.* 3rd ed. Knapton *et al.* London, 1722.

van der Sprenkel, O. (1). *Chronology, Dynastic Legitimacy, and Chinese Historiography.* Contribution to the Far East Seminar in the Conference on Asian History, London School of Oriental Studies, July, 1956.

Steinschneider, M. (1). 'Die Europäischen Übersetzungen aus dem Arabischen bis mitte d. 17. Jahrhunderts.' *SWAW/PH,* 1904, **149**, 1; 1905, **151**, 1; *ZDMG,* 1871, **25**, 384.

Steinschneider, M. (2). (*a*) Über die Mondstationen (Naxatra) und das Buch Arcandam.' *ZDMG,* 1864, **18**, 118. (*b*) 'Zur Geschichte d. Übersetzungen aus dem Indischen in Arabische und ihres Einflusses auf die Arabische Literatur, insbesondere über die Mondstationen (Naxatra) und daraufbezügliche Loosbücher.' *ZDMG,* 1870, **24**, 325; 1871, **25**, 378. (The last of the three papers has an index for all three.)

Stevenson, E. L. (1). *Terrestrial and Celestial Globes; their History and Construction....* 2 vols. Hispanic Soc. Amer. (Yale Univ. Press), New Haven, 1921.

Størmer, C. (1). *The Polar Aurora.* O.U.P., Oxford, 1955.

Stratton, F. J. M. (1). 'Novae.' Art. in *Handbuch d. Astrophysik,* vol. 6, p. 251. Springer, Berlin, 1928.

Suter, H. (1). *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*. Teubner, Leipzig, 1900. (Abhdl. z. Gesch. d. Math. Wiss. mit Einschluss ihrer Anwendungen, no. 10; supplement to *ZMP*, **45**.) Additions and corrections in *AGMW*, 1902, no. 14.

Suter, H. (2). 'Das Buch der Seltenheiten der Rechenkunst von Abū Kamil al-Misrī.' *BM*, 1910 (3e sér.), **11**, 100.

Swallow, R. W. (1). *Ancient Chinese Bronze Mirrors*. Vetch, Peking, 1937.

Sykes, Sir Percy (1). *The Quest for Cathay*. Black, London, 1936.

Szczesniak, B. (1). 'The Penetration of the Copernican Theory into Feudal Japan.' *JRAS*, 1944, 52.

Szczesniak, B. (2). 'Notes on the Penetration of the Copernican Theory into China from the 17th to the 19th Centuries.' *JRAS*, 1945, 30.

Szczesniak, B. (3). 'Notes on Kepler's *Tabulae Rudolphinae* in the Library of the Pei Thang in Peking.' *ISIS*, 1949, **40**, 344.

Szczesniak, B. (4). 'Athanasius Kircher's *China Illustrata*.' *OSIS*, 1952, **10**, 385. (This paper contains many misprints, and all transcriptions of titles, etc., should be checked.)

Szczesniak, B. (6). 'The Writings of Michael Boym.' *MS*, 1955, **14**.

Taqizadeh, S. H. (1). On the horoscope of the coronation of Khosrov Anosharvan (+531) in an astrological work of Qasram (+889). *BLSOAS*, 1938, **9**, 128.

Thibaut, G. (1). 'On the Hypothesis of the Babylonian Origin of the so-called Lunar Zodiac.' *JRAS/B*, 1894, **63**, 144.

Thibaut, G. (2). *Astronomie, Astrologie und Mathematik* [*der Inder*] in *Grundriss der Indo-Arischen Philologie und Altertumskunde* (Encyclopaedia of Indo-Aryan Research), ed. G. Bühler & F. Kielhorn, Bd. 3, Heft 9.

Thiel, R. (1). *Und es ward Licht; Roman der Weltallforschung*. Rowohlt, Hamburg, 1956.

Thiele, G. (1). *Antike Himmelsbilder*. Weidmann, Berlin, 1898.

Thom, A. (1). 'The Solar Observatories of Megalithic Man.' *JBASA*, 1954, **64**, 396.

Thom, A. (2). 'A Statistical Examination of the Megalithic Sites in Britain.' *JRSS*, 1955, **118**, 275.

Thomas, F. W. (1). 'Notes on the "Scythian Period" [Śaka Era].' *JRAS*, 1952, 108.

Thomas, O. (1). *Astronomie; Tatsachen und Probleme*. Bergland-Buch, Graz, Vienna, Leipzig & Berlin, 1934. 7th ed. Bergland-Buch, Salzburg, 1956 (rev. A. Beer, *O*, 1957, **77**, 161).

Thompson, C. J. S. (1). *The Mystery and Lore of Monsters; with accounts of some Giants, Dwarfs and Prodigies*. Williams & Norgate, London, 1930.

Thompson, J. E. S. (1). *Maya Hieroglyphic Writing; an Introduction.* Carnegie Institute Pubs. no. 589. Washington, D. C., 1950; rev. D. H. Kelley, *AJA*, 1952, **56**, 240.

Thompson, R. C. (1). *Reports of the Magicians and Astrologers of Nineveh and Babylon* [in the British Museum on cuneiform tablets]. 2 vols. Luzac, London, 1900.

Thomson, J. O. (1). *History of Ancient Geography.* Cambridge, 1948.

Thorndike, L. (1). *A History of Magic and Experimental Science.* 6 vols. Columbia Univ. Press, New York: vols. 1 and 2, 1923; 3 and 4, 1934; 5 and 6, 1941.

Thorndike, L. (2). *The Sphere of Sacrobosco and its Commentators* (Text, Commentaries and Translation). Chicago, 1949.

Thorndike, L. (3). 'Franco de Polonia and the Turquet.' *ISIS*, 1945, **36**, 6.

Thorndike, L. (4). 'Thomas Werkworth on the Motion of the Eighth Sphere.' *ISIS*, 1948, **39**, 212.

Thorndike, L. (5). 'A Weather Record for +1399 to +1406.' *ISIS*, **32**, 304.

Thorndike, L. (6). 'The Cursus Philosophicus before Descartes.' *A/AIHS*, 1951, **4**, 16.

Thorndike, L. & Sarton, G. (1). 'Tacuinum and Taqwim.' *ISIS*, 1928, **10**, 489.

Thureau-Dangin, F. (1). (*a*) 'Sketch of a History of the Sexagesimal System.' *OSIS*, 1939, **7**, 95. (*b*) *Esquisse d'une Histoire du Système sexagésimal.* Geuthner, Paris, 1932.

Ting Wên-Chiang (2). 'Notes on Records of Droughts and Floods in Shensi, and the supposed Desiccation of Northwest China.' Hyllningskrift tillägnad Sven Hedin (Hedin Festschrift). *GA*, special no. 1925, p. 453.

Ting Wên-Chiang (3). 'On Hsü Hsia-Kho (+1586 to +1641), Explorer and Geographer.' *NCR*, 1921, **3**, 325.

Trigault, Nicholas (1). *De Christiana Expeditione apud Sinas.* Vienna, 1615; Augsburg, 1615. Fr. tr.: *Histoire de l'Expédition Chrétienne au Royaume de la Chine, entrepris par les PP. de la Compagnie de Jésus, comprise en cinq livres. ... tirée des Commentaires du Matthieu Riccius,* etc. Lyon, 1616; Lille, 1617; Paris, 1618. Eng. tr. (partial): *A Discourse of the Kingdome of China, taken out of Ricius and Trigautius.* In *Purchas his Pilgrimes.* London, 1625, vol. 3, p. 380. Trigault's book was based on Ricci's *I Commentarj della Cina* which it follows very closely, even verbally, by chapter and paragraph, introducing some changes and amplifications, however. Ricci's book remained unprinted until 1911, when it was edited by Venturi (1) with Ricci's

letters; it has since been more elaborately and sumptuously edited alone by d'Elia (2). Eng. tr. (full), see Gallagher (1).

Trollope, M. N., Bp. (1). 'Korean Books and their Authors' with 'A Catalogue of Some Korean Books in the Chosen Christian College Library.' *JRAS/KB*, 1932, **21**, 1 and 59.

Tsuchihashi, P. & Chevalier, S. (1). 'Catalogue d'Etoiles observées à Pékin sous l'Empereur Kien-Long [Chhien-Lung], XVIIIe siècle.' *Annales de l'Observatoire Astronomique de Zô-sè* [Zikkawei], 1914 (1911), **7**, no. 4. (Translation of part of the Star Catalogue prepared by the Astronomical Bureau under the directorship of Fr. I. Kögler (Tai Chin-Hsien) between +1744 and +1757—*Chhin-Ting I Hsiang Khao Chhêng.*) Comments on the planispheres by W. F. Rigge, *POPA*, 1915, **23**, 29.

Tsuda, S. (1). 'On the Dates when the *Li Chi* and the *Ta Tai Li Chi* were edited.' *MRDTB*, 1932, **6**, 77.

Uccelli, A. (3). *Enciclopedia Storica delle Scienze e delle loro Applicazioni.* Hoeppli, Milan, n.d. (1941). Vol. 1, *Le Scienze Fisiche e Matematiche.*

Ueta, J. (1)=(*1*). *Shih Shen's Catalogue of Stars, the oldest Star Catalogue in the Orient.* Publications of the Kwasan Observatory (of Kyoto Imperial University), 1930, **1** (no. 2), 17. (A portrait of Dr and Mrs Ueta will be found in *POPA*, 1936, **44**, 121.)

Ungerer, A. *Les Horloges Astronomiques et Monumentales les plus remarquables de l'Antiquité jusqu'à nos Jours* (preface by A. Esclangon). Ungerer, Strasbourg, 1931.

Usher, A. P. (1). *A History of Mechanical Inventions.* McGraw-Hill, New York, 1929. 2nd ed. revised, Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass., 1954 (rev. Lynn White, *ISIS*, 1955, **46**, 290).

Vacca, G. (1). 'Note Cinesi.' *RSO*, 1915, **6**, 131. [(*a*) A silkworm legend from the *Sou Shen Chi.* (*b*) The fall of a meteorite described in *Mêng Chhi Pi Than.* (*c*) Invention of movable type printing (*Mêng Chhi Pi Than*). (*d*) A problem of the mathematician I-Hsing (chess permutations and combinations) in *Mêng Chhi Pi Than.* (*e*) An alchemist of the +11th century (*Mêng Chhi Pi Than*).]

Vacca, G. (3). 'Sulla Matematica degli antichi Cinesi. *BBSSMF*, 1905, **8**, 1.

Vacca, G. (4) (tr.). Translation of *Chou Pei Suan Ching. BBSSMF*, 1904, **7**.

Vacca, G. (5). 'Due Astronomi Cinesi del IV Sec. AC e i loro cataloghi stellari.' Zanichelli, Bologna, 1934. (Offprint from *Calendario del r. Osservatorio Astronomico di Roma*, n.s., 1934, **10**.) A review of Maspero (3).

Vacca, G. (6). 'Note sulla Storia d. Cartografia Cinese.' *RGI*, 1911, **18**, 113.

Vacca, G. (7). 'Della Piegatura della Carta applicata alla Geometria.' *PDM*, 1930 (ser. 4), **10**, 43.

Vacca, G. (10). 'Sull' Opera geografica del P. Matteo Ricci.' *RGI*, 1941, **48**, 1.

Väth, A. (1). (with the collaboration of L. van Hée). *Johann Adam Schall von Bell, S. J., Missionär in China, Kaiserlicher Astronom und Ratgeber am Hofe von Peking; ein Lebens-und Zeitbild.* Bachem, Köln, 1933. (Veröffentlichungen des Rheinischen Museums in Köln, no. 2.) Crit. P. Pelliot, *TP*, 1934, 178.

Venturi, P. T. (1) (ed.). *Opere Storiche del P. Matteo Ricci.* 2 vols. Giorgetti, Macerata, 1911.

Verbiest, F. (1). *Astronomia Europaea sub Imperatore Tartaro-Sinico Cam-Hy* [*Khang-Hsi*] *appellato, ex Umbra in Lucem Revocata....* Bencard, Dillingen, 1687. This is a quarto volume of 126 pp., edited by P. Couplet. A folio volume with approximately the same title (Verbiest, 2) had appeared in 1668, consisting of 18 pp. Latin text and 250 plates of apparatus on Chinese paper, only one of which, the general view of the Peking Observatory, was re-engraved in small format for the 1687 edition. The large version is rare and I have only seen some loose plates from it. Cf. Houzeau, p. 44; Bosmans.

Verbiest, F. (2). *Liber Organicus Astronomiae Europaeae apud Sinas Restitutae, sub Imperatore Sino-Tartarico Cam-Hy* [*Khang-Hsi*] *appellato*....Peking, 1668.

des Vignoles, A. (1). 'De Cyclis Sinensium Sexagenariis.' *MBIS*, 1734, **4**, 24, 245; 1737, **5**, 1.

des Vignoles, A. (2). 'De Conjunctione Planetarum in China Observata' [−2448]. *MBIS*, 1737, **5**, 193.

de Visser, M. W. (2). *The Dragon in China and Japan.* Müller, Amsterdam, 1913. Orig. in *VKAWA/L*, 1912, **13** (no. 2).

Wada, Y. (1). 'A Korean Rain-Gauge of the +15th Century.' *QJRMS*, 1911, **37**, 83 (translation of Wada, *1*); *KMO/SM*, 1910, **1**; *MZ*, 1911, 232. Figure reproduced in Feldhaus (1), col. 865.

van der Waerden, B. L. (1). *Ontwakende Wetenschap; Egyptische, Babylonische en Griekse Wiskunde.* Noordhoff, Groningen, 1950. (Histor. Bibl. voor de exacte Wet. no. 7.)

van der Waerden, B. L. (2). 'Babylonian Astronomy. II. The Thirty-six Stars.' *JNES*, 1949, **8**, 6. (I, in *EOL*, 1948, **10**, 424, deals with the Old Babylonian Venus computation tablets; and III, in *JNES*, **1951**, **10**, 20, with other astronomical computations. The 36 stars are the month-stars of the Three Roads of Anu, Ea, and Enlil.)

van der Waerden, B. L. (3). *Science Awakening.* Engl. tr. of (1) by A. Dresden with additions of the author. Noordhoff, Groningen, 1954.

Wagner, A. (1). 'Über ein altes Manuscript der Pulkowaer Sternwarte' (with additional note by J. L. E. Dreyer). Chinese and Persian MS. believed to be from the time of Kuo Shou-Ching and Jamāl al-Dīn. *C*, 1882, **2**, 123.

Wales, H. G. Quaritch (1). *The Making of Greater India; a Study in Southeast Asian Culture Change.* Quaritch, London, 1951.

Wales, H. G. Quaritch (2). 'The Sacred Mountain in Old Asiatic Religion.' *JRAS*, 1953, 23.

Waley, A. (1) (tr.) *The Book of Songs.* Allen & Unwin, London, 1937.

Waley, A. (4) (tr.). *The Way and its Power; a study of the 'Tao Tê Ching' and its Place in Chinese Thought.* Allen & Unwin, London, 1934. (Crit. Wu Ching-Hsiung, *TH*, 1935, **1**, 225.)

Waley, A. (5) (tr.). *The Analects of Confucius.* Allen & Unwin, London, 1938.

Waley, A. (10). *The Travels of an Alchemist* [Chhiu Chhang-Chhun's journey to the court of Chingiz Khan]. Routledge, London, 1931. (Broadway Travellers Series.)

Waley, A. (21). 'The Eclipse Poem [in the *Shih Ching*] and its Group.' *TH*, 1936, **3**, 245.

Waley, A. (23). *The Nine Songs; a study of Shamanism in Ancient China [the 'Chiu Ko' attributed traditionally to Chhü Yuan].* Allen & Unwin, London, 1955.

Walters, R. C. S. (1). 'Greek and Roman Engineering Instruments.' *TNS*, 1922, **2**, 45.

Wang Kuo-Wei (2). 'Chinese Foot-Measures of the Past Nineteen Centuries.' *JRAS/NCB*, 1928, **59**, 112. (Tr. A. W. Hummel & Fêng Yu-Lan.)

Wang Ling & Needham, Joseph (1). 'Horner's Method in Chinese Mathematics; its Origins in the Root-Extraction Procedures of the Han Dynasty.' *TP*, 1955, **43**, 345.

Wang, W. E. (1). *The Mineral Wealth of China.* Com. Press, Shanghai, 1927.

Ward, F. A. B. (1). *Time Measurement.* Pt. I. *Historical Review.* (Handbook of the Collections at the Science Museum, South Kensington.) HMSO, London, 1937.

Warren, H. V. & Delavault, R. E. (1). (*a*) 'Biogeochemical Investigations in British Columbia.' *GP*, 1948, **13**, 609. (*b*) 'Further Studies in Biogeochemistry.' *BGSA*, 1949, **60**, 531.

Wattenberg, D. (1). 'Die Supernovae des Milchstrassensystems.' *ZNF*, 1949, A, **4**, 228.

Weber, A. (1). 'Die Vedische Nachrichten von den Naxatra (Mondstationen).' *APAW*, 1860, 283; 1861, 349.

Webster, E. W. (1) (tr.). *Aristotle's 'Meteorologica'*. Oxford, 1923.

Weidner, E. F. (1). *Handbuch d. babylonischen Astronomie. I. Der babylonische Fixsternhimmel.* Leipzig, 1915. (Assyriologische Bibliothek, no. 23.)

Weidner, E. F. (2). 'Enuma-Anu-Enlil.' *AOF*, 1942, **14**, 172, 308.

Weidner, E. F. (3). 'Ein babylonisches Kompendium der Himmelskunde.' *AJSLL*, 1924, **40**, 186.

Weinstock, S. (1). 'Lunar Mansions and Early Calendars.' *JHS*, 1949, **69**, 48. (Lunar mansions in a +4th-century Greek papyrus and a +15th-century Byzantine MS.)

Wên Hsien-Tzu (1). 'Observations of Halley's Comet in Chinese History.' *POPA*, 1934, **42**, 191.

Wên Hsien-Tzu (2). 'A Statistical Survey of Eclipses in Chinese History.' *POPA* 1934, **42**, 136.

Werner, E. T. C. (1). *Myths and Legends of China.* Harrap, London, 1922.

White, Lynn (2). 'Natural Science and Naturalistic Art in the Middle Ages.' *AHR*, 1946, **52**, 421.

White, W. C. & Millman, P. M. (1). 'An Ancient Chinese Sun-Dial.' *RASC/J*, 1938, **32**, 417.

White, W. C. & Williams, R. J. (1). *Chinese Jews; a Compilation of Matters relating to Khaifêng-fu.* Univ. Press, Toronto, 1942. 3 vols. Vol. 1, Historical. Vol. 2, Inscriptional. Vol. 3 (with R. J. Williams), Genealogical.

Whitney, W. D. (1). *On the Lunar. Zodiac of India, Arabia and China.* Art. no. 13 in *Oriental and Linguistic Studies*, 2nd series, p. 341. Scribner, New York, 1874. 2nd ed. 1893. Sep. pub. Riverside, Cambridge (Mass.), 1874.

Whitney, W. D. (2). 'On the Views of [J. B.] Biot and [A.] Weber respecting the Relations of the Hindu and Chinese systems of Asterisms—with an addition on [Max] Müller's views respecting the same subject.' *JAOS*, 1864, 8, 1—94.

Wiedemann, E. (1). 'Zur Mineralogie bei den Muslimen.' *AGNT*, 1909, **1**, 208.

Wiedemann, E. (2). 'Arabische Studien ü. d. Regenbogen.' *AGNT*, 1913, **4**, 453.

Wiedemann, E. (9). 'Über eine astronomische Schrift von al-Kindī' [on an instrument similar to Ptolemy's triquetrum]. *SPMSE*, 1910, **42**, 294. (Beiträge z. Gesch. d. Naturwiss. no. 21 A.)

Wiedemann, E. & Hauser, F. (4). 'Über die Uhren im Bereich der Isla-

mischen Kultur.' *NALC,* 1915, **100**, no. 5. Incl. transls. of the *Kitāb fī Ma'rifat al-Hiyal al-Handasiya* (Treatise on the Knowledge of Geometrical (i.e. Mechanical) Contrivances) by Ibn al-Razzāz al-Jazarī (*fl.* +1180 to +1206) written in +1206; and of the *Book on the Construction and Use of (Striking Water-) Clocks* by Ridwān al-Khurāsānī al-Sa'ātī (*fl. c.* +1160 to +1230) written in +1203.

Wieger, L. (1). *Textes Historiques.* 2 vols. (Ch. and Fr.). Mission Press, Hsienhsien, 1929.

Wieger, L. (2). *Textes Philosophiques* (Ch. and Fr.). Mission Press, Hsienhsien, 1930.

Wieger, L. (3). *La Chine à travers les Ages; Précis, Index Biographique et Index Bibliographique.* Mission Press, Hsienhsien, 1924. Eng. tr. E. T. C. Werner.

Wieger, L. (4). *Histoire des Croyances Religieuses et des Opinions Philosophiques en Chine depuis l'origine jusqu'à nos jours.* Mission Press, Hsienhsien, 1917.

Wieger, L. (6). *Taoisme.* Vol. 1. *Bibliographie Générale*: (1) Le Canon (Patrologie); (2) Les Index Officiels et Privés. Mission Press, Hsienhsien, 1911. (Crit. P. Pelliot, *JA*, 1912 (10e sér.), **20**, 141.)

Wieger, L. (7). *Taoisme.* Vol. 2. *Les Pères du Système Taoiste* (tr. selections of Lao Tzu, Chuang Tzu, Lieh Tzu). Mission Press, Hsienhsien, 1913.

Wiener, P. P. (2). 'The Tradition behind Galileo's Methodology.' *OSIS,* 1936, **1**, 733.

Wilhelm, Hellmut (1). *Chinas Geschichte; zehn einführende Vorträge.* Vetch, Peiping, 1942.

Wilhelm, Hellmut (7). 'Der *Thien Wên* Frage.' *MS,* 1945, **10**, 427.

Wilhelm, Richard (2) (tr.). *'I Ging' [I Ching]; Das Buch der Wandlungen.* 2 vols. (3 books, pagination of 1 and 2 continuous in first volume). Diederichs, Jena, 1924. Eng. tr. C. F. Baynes (2 vols.). Bollingen-Pantheon, New York, 1950.

Wilhelm, Richard (3) (tr.). *Frühling u. Herbst d. Lü Bu-We* (the *Lü Shih Chhun Chhiu*). Diederichs, Jena, 1928.

Wilhelm, Richard (4) (tr.). *'Liä Dsi'; Das Wahre Buch vom Quellenden Urgrund; [Lieh Tzu] 'Tschung Hü Dschen Ging'; Die Lehren der Philosophen Liä Yü-Kou und Yang Dschu.* Diederichs, Jena, 1921.

Wilhelm, Richard (6) (tr.). *'Li Gi', das Buch der Sitte des älteren und jüngeren Dai* [i.e. both *Li Chi* and *Ta Tai Li Chi*]. Diederichs, Jena, 1930.

Wilhelm, Richard (7). *Chinesische Volksmärchen.* Diederichs, Jena, 1914.

Wilkins, John, Bp. (1). *Discovery of a World in the Moon, tending to prove that'tis probable that there may be another habitable World*

in that Planet. London, 1638.

Willey, B. (1). *The Seventeenth Century Background.* Chatto & Windus, London, 1934.

Williams, J. (1). 'Notes on Chinese Astronomy' [presentation of planispheres]. *RAS/MN*, 1855, **15**, 19.

Williams, J. (2). 'On an Eclipse of the Sun recorded in the Chinese Annals as having occurred at a very early period of their History' [the *Shu Ching* eclipse]. *RAS/MN*, 1863, **23**, 238.

Williams, J. (3). 'On the Eclipses recorded in *Chun Tsew*' [*Chhun Chhiu*]. *JRAS/MN*, 1864, **24**, 39.

Williams, J. (4). 'Solar Eclipses observed in China from −481 to the Christian Era.' *RAS/MN*, 1864, **24**, 185.

Williams, J. (5). 'Chinese Observations of Solar Spots.' *JRAS/MN*, 1873, **33**, 370.

Williams, J. (6). *Observations of Comets from −611 to +1640, extracted from the Chinese Annale,....with an appendix comprising the tables necessary for reducing Chinese time to European reckoning; and a Chinese Celestial Atlas.* Strangeways & Walden, London, 1871.

Williams, S. Wells (1). *The Middle Kingdom; A Survey of the Geography, Government, Education, Social Life, Arts, Religion, etc. of the Chinese Empire and its Inhabitants.* 2 vols. Wiley, New York, 1848; later eds. 1861, 1900; London, 1883.

Wilson, Miles (1). *The History of Israel Jobson, the Wandering Jew. Giving a Description of his Pedigree, Travels in this Lower World, and his Assumption thro' the Starry Regions, conducted by a Guardian Angel, exhibiting in a curious Manner the Shapes, Lives, and Customs of the Inhabitants of the Moon and Planets; touching upon the great and memorable Comet in 1758, and interwoven all along with the Solution of the Phaenomena of the true Solar System, and Principles of Natural Philosophy, concording with the latest Discoveries of the most able Astronomers. Translated from the Original Chinese by M. W.* London, 1757. (Cf. G. K. Anderson, *PQ*, 1946, **25**, 303.)

Winter, H. J. J. (6). 'Notes on *al-Kitāb Suwar al-Kawakib* (Book of the Fixed Stars) *al-Thamaniya al-Arba'in* of Abū'l-Husain 'abd al-Rāhman ibn 'Umar al-Sufī al-Rāzī (commonly known as al-Sufī), +903 to +986'. *A/AIHS*, 1955, **8**, 126.

Wittfogel, K. A. (2). 'Die Theorie der orientalischen Gesellschaft.' *ZSF*, 1938, **7**, 90.

Wittfogel, K. A. (3). 'Meteorological Records from the Shang [dynasty] Divination Inscriptions.' *GR*, 1940, **30**, 110. (Crit. Tung Tso-Pin, *SSE*, 1942, **3**.)

Woepcke, F. (3) (tr.). *Extrait du Fakhri [of Abū Bakr al-Hasan al-Hāsib al-Karajī, =al-Karkhī, c. +1025], précédé d'un Mémoire sur l'Algèbre indéterminée chez les Arabes.* Paris, 1853.

Woepcke, L. (1). *Disquisitiones Archaeologico-Mathematicae circa Solaria Veterum.* Inaug. Diss. Berlin, 1847.

Wohlwill, E. (1). 'Zur Geschichte d. Entdeckung der Sonnenflecken.' *AGNT*, 1909, **1**, 443.

Wolf, A. (1). *A History of Science, Technology and Philosophy in the 16th and 17th Centuries.* Allen & Unwin, London, 1935.

Wolf, A. (2). *A History of Science, Technology and Philosophy in the 18th Century.* Allen & Unwin, London, 1938.

Wolf, R. (1). *Handbuch d. Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur.* 2 vols. Schulthess, Zürich, 1890.

Wolf, R. (2). *Geschichte d. Astronomie.* Oldenbourg, München, 1877.

Wolf, R. (3). *Handbuch d. Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie.* 2 vols. Schulthess, Zürich, 1869 to 1872.

Wood, R. W. (1). *Physical Optics.* Macmillan, New York, 2nd ed. 1911, 3rd ed. 1934.

Woolard, E. W. (1). 'The Historical Development of Celestial Coordinate Systems.' *PASP*, 1942, **54**, 77.

Wylie, A. (1). *Notes on Chinese Literature.* 1st ed. Shanghai, 1867. Ed. here used, Vetch, Peiping, 1939 (photographed from the Shanghai 1922 ed.).

Wylie, A. (2). 'History of the Hsiung-Nu' (tr. of the chapter on the Huns in the *Chhien Han Shu*, ch. 94). *JRAI*, 1874, **3**, 401; 1875, **5**, 41.

Wylie, A. (3). 'The History of the South-western Barbarians and Chao Sëen' [Chao-Hsien, Korea] (tr. of ch. 95 of the *Chhien Han Shu*). *JRAI*, 1880, **9**, 53.

Wylie, A. (4). 'Jottings on the Science of the Chinese; Arithmetic.' *North China Herald*, 1852 (Aug.-Nov.), nos. 108, 111, 112, 113, 116, 117, 119, 120, 121. Repr. *Shanghai Almanac and Miscellany*, 1853. Repr. *Chinese and Japanese Repository*, 1864, **1**, 411, 448, 494; **2**, 22, 69. Repr. *Copernicus*, 1882, **2**, 169, 183. Incorporated in Wylie (5), Sci. Sect., p. 159. Germ. tr. K. L. Biernatzki, q.v., 1856. Review and brief abridgement, J. Bertrand, *JS*, 1869, 317, 464; French tr. O. Terquem, *Nouv. Ann. Math.* 1862 (2[e] sér.), **1** (pt. 2), 35, 1863 (2[e] sér.), **2**, 529, *Bull. Bibl. Hist.* 1863, **2**, 529.

Wylie, A. (5). *Chinese Researches.* Shanghai, 1897. (Photographically reproduced, Wêntienko, Peiping, 1936.)

Wylie, A. (6). *List of Fixed Stars.* Incorporated in Wylie (5), p. 346 (Sci. Sect. p. 110). Also reprinted in Doolittle (1), p. 617.

Wylie, A. (7). *The Mongol Astronomical Instruments in Peking.* In *Travaux de la 3e Session, Congrès Internat. des Orientalistes,* 1876. Incorporated in Wylie (5), p. 237 (Sci. Sect. p. 1).

Wylie, A. (8). *Eclipses Recorded in Chinese Works.* Reprinted in Wylie (5) (Sci. Sect. p. 29).

Wylie, A. (9). *Asbestos in China.* Reprinted in Wylie (5) (Sci. Sect. p. 141).

Wylie, A. (10) (tr.). 'Notes on the Western Regions, translated from the *Ts'een Han Shoo* [*Chhien Han Shu*], Bk. 96.' *JRAI*, 1881, **10**, 20; 1882, **11**, 83. (Chs. 96a and b, as also the biography of Chang Chhien in ch. 61, pp. 1—6, and the biography of Chhen Thang in ch. 70.)

Wylie, A. (11). 'The Magnetic Compass in China.' *NCH*, 1859, 15 March. Reprinted in Wylie (5) (Sci. Sect. p. 155).

Wylie, A. (13). [*Glossary of Chinese*] *Mathematical and Astronomical Terms.* In Doolittle, J. (1), vol. 2, p. 354.

Wylie, A. (14). 'Notes of the Opinions of the Chinese with regard to Eclipses.' *JRAS/NCB*, 1866, **3**, 71.

Wylie, A. (15). 'On the Knowledge of a Weekly Sabbath in China.' *CRR*, 1871, **4**, 4, 40. Reprinted in Wylie (5) (Hist. Sect. p. 86.)

Yabuuchi, Kiyoshi (1). 'Indian and Arabian Astronomy in China.' Art. in Silver Jubilee Volume of the Zinbun Kagaku Kenkyusyo, Kyoto University, Kyoto, 1954, p. 585.

Yajima, S. (1). 'Bibliographie du Dr Mikami Yoshio; Notice Biographique.' In *Actes du VIIe Congrès Internat. d'Histoire des Sciences,* Jerusalem, 1953, p. 646.

Yampolsky, P. (1). 'The Origin of the Twenty-Eight Lunar Mansions.' *OSIS*, 1950, **9**, 62. Mainly a translation from the Japanese of the essential views of Iijima Tadao and Shinjō Shinzō.

Yang Hsien-Yi & Yang, Gladys (1) (tr.). *The 'Li Sao' and other Poems of Chu* [*Chhü*] *Yuan.* Foreign Languages Press, Peking, 1953.

Yang Lien-Shêng (1). 'A Note on the so-called TLV-Mirrors and the Game *Liu-Po.*' *HJAS*, 1945, **9**, 202.

Yang Lien-Shêng (2). 'An Additional Note on the Ancient Game *Liu-Po.*' *HJAS*, 1952, **15**, 124.

Yang Lien-Shêng (4). *Topics in Chinese History.* Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1950. (Harvard-Yenching Institute Studies, no. 4.)

Yang Lien-Shêng (5). 'Notes on the Economic History of the Chin Dynasty.' *HJAS*, 1945, **9**, 107. [With tr. of *Chin Shu*, ch. 26.]

Yang Lien-Shêng (6). Review of Yabuuchi Kiyoshi's edition of the *Thien Kung Khai Wu* (*Tenkō Kaibutsu no Kenkyū*). Tokyo, 1953. *HJAS*, 1954, **17**, 307.

Yao Shan-Yu (1). 'The Chronological and Seasonal Distribution of Floods

and Droughts in Chinese History (−206 to +1911).' *HJAS*, 1942, **6**, 273.

Yao Shan-Yu (2). 'The Geographical Distribution of Floods and Droughts in Chinese History (−206 to +1911).' *FEQ*, 1943, **2**, 357.

Yao Shan-Yu (3). 'Flood and Drought Data in the *Thu Shu Chi Chhêng* and the *Chhing Shih Kao*.' *HJAS*, 1944, **8**, 214.

al-Ya'qūbī, i.e. Ahmad ibn Abī Ya'Qūb al-'Abbāsī. *Kitāb al-Buldān* (Book of the Countries). See Houtsma.

Yetts, W. P. (5). *The Cull Chinese Bronzes*. Courtauld Institute, London, 1939.

Yetts, W. P. (7). 'Glass in Ancient China.' *ILN*, 1934, 732.

Yetts, W. P. (16). *Catalogue of the Collection of Ancient Chinese Bronzes from the collection of Mr A.E.K. Cull lent to the School of Oriental Studies of the University of Durham to mark the Coronation of H.M. Queen Elizabeth II.* School of Oriental Studies, Durham, 1953.

Yule, Sir Henry (1) (ed.). *The Book of Ser Marco Polo the Venetian, concerning the Kingdoms and Marvels of the East, translated and edited, with Notes, by H.Y....,* ed. H. Cordier. Murray, London, 1903 (reprinted 1921). 3rd ed. also issued, Scribners, New York, 1929. With a third volume, *Notes and Addenda to Sir Henry Yule's Edition of Ser Marco Polo,* by H. Cordier. Murray, London, 1920.

Yule, Sir Henry (2). *Cathay and the Way Thither; being a Collection of Mediaeval Notices of China.* Hakluyt Society Pubs. (2nd ser.), London, 1913—15 (1st ed. 1866). Revised by H. Cordier. 4 vols. Vol. 1 (no. 38), *Introduction; Preliminary Essay on the Intercourse between China and the Western Nations previous to the Discovery of the Cape Route.* Vol. 2 (no. 33), *Odoric of Pordenone.* Vol. 3 (no. 37), *John of Monte Corvino and others.* Vol. 4 (no. 41), *Ibn Baṭṭuṭah and Benedict of Goes.* (Photographically reproduced, Peiping, 1942.)

Yule & Cordier. See Yule (1).

Zinner, E. (1). *Geschichte d. Sternkunde, von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart.* Springer, Berlin, 1931.

Zinner, E. (2). 'Entstehung und Ausbreitung d. Copernikanischen Lehre.' *SPMSE*, 1943, **74**, 1.

Zinner, E. (3). *SIR*, 1919, **52** (nos. 2—8).

Zinner, E. (6). 'Gerbert und das See-rohr.' *BNGBB*, 1952, **33**, 39; *KVRS*, 1952, no. 7.

Zinner, E. (7). 'Die ältesten Rädeuhren und modernen Sonnenuhren; Forschungen über den Ursprung der modernen Wissenschaft.' *BNGBB*, 1939, **28**, 1—148.

Zinner, E. (8). *Deutsche und Niederländische astronomische Instrumente des 11—18 Jahrhunderts.* Beck, München, 1956.

附　某些参考文献的缩写

A	*Archeion*
AAA	*Archaeologia*
AAEEG	*Annuaire de l'Assoc. pour l'Encouragement des Etudes Grecques*
A/AIHS	*Archives Internationales d'Histoire des Sciences* (contin. of *Archeion*)
AAN	*American Anthropologist*
AAR	*Art and Archaeology* (Washington)
ABAW/MN	*Abhandlungen d. bayerischen Akademie d. Wissenschaften, München* (Math.-nat. Klasse)
ABAW/PH	*Abhandlungen d. bayerischen Akademie d. Wissenschaften, München* (Phil.-hist. Klasse)
ACASA	*Archives of the Chinese Art Society of America*
ACLS	American Council of Learned Societies
ADVS	*Advancement of Science* (British Association, London)
AE	*Ancient Egypt*
AEO	*Archives d'Etudes orientales* (Upsala)
AGMNT	see *QSGNM*
AGMW	*Abhandlungen z. Geschichte d. Math. Wissenschaft*
AGNT	see *QSGNM*
AGWG/MP	*Abhandlungen d. Gesellschaft d. Wissenschaften z. Göttingen* (Math.-phys. Klasse)
AGWG/PH	*Abhandlungen d. Gesellschaft d. Wissenschaften z. Göttingen* (Phil.-hist. Klasse)
AHAW/PH	*Abhandlungen d. Heidelberger Akademie d. Wissenschaften* (Phil.-hist. Klasse)
AHOR	*Antiquarian Horology*
AHR	*American Historical Review*
AHSNM	*Acta Historia Scientiarum Naturalium et Medicinalium* (Copenhagen)
AI	*Ars Islamica*
AIEO/UA	*Annales de l'Institut des Etudes orientales (Université d'Alger)*

AJ	*Asiatic Journal and Monthly Register for British and Foreign India, China and Australia*
AJA	*American Journal of Archaeology*
AJP	*American Journal of Philology*
AJSC	*American Journal of Science*
AJSLL	*American Journal of Semitic Languages and Literature*
AKG	*Archiv f. Kulturgeschichte*
AKML	*Abhandlungen f. d. Kunde des Morgenlandes*
AM	*Asia Major*
AMG	*Annales du Musée Guimet*
AMM	*American Mathematical Monthly*
AMN	*Archiv för Math. og Naturvidenskab* (Christiania/Oslo)
AMP	*Archiv d. Math. u. Physik*
AN	*Anthropos*
ANHGN	*Abhandlungen d. Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg*
ANP	*Annalen d. Physik*
ANS	*Annals of Science*
ANSSR/AC	*Academy of Sciences of the U.S.S.R., Astronomical Circular*
AOF	*Archiv f. Orientforschung*
APAW	*Abhandlungen d. preuss. Akad. Wiss. Berlin*
APAW/MN	*Abhandlungen d. preuss. Akad. Wiss. Berlin* (Math.-nat. Klasse)
AQ	*Antiquity*
ARAB	*Arabica*
ARC	Agricultural Research Council (U.K.)
ARLC/DO	*Annual Reports of the Librarian of Congress* (Division of Orientalia)
ARSI	*Annual Reports of the Smithsonian Institution*
ARUSNM	*Annual Reports of the U.S. National Museum*
ASAW/PH	*Abhandlungen d. Sächisehen Akad. Wiss. Leipzig* (Phil.-hist. Klasse)
ASI	*Actualités scientifiques et industrielles*
ASPN	*Archives des Sciences physiques et naturelles*
ASR	*Asiatic Review*
ASSB	*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*
ASTNR	*Astronomische Nachrichten*
ASTRO	*Astrophysics Journal*
ASTSN	*Atti d. Soc. Toscana d. Sci. Nat.*

AT	*Atlantis*
AUL	*Annales de l'Université de Lyon*
AUON	*Annali dell'Istituto Universitario Orientale di Napoli*
B	Bretschneider, E., *Botanicon Sinicum.*
BA	*Baessler Archiv (Beiträge z. Völkerkunde herausgeg. a. d. Mitteln d. Baessler Instituts, Berlin)*
BAN	*Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*
BAS	*Bulletin astronomique*
BAU	*Bulletin of Ankara University*
BBSHS	*Bulletin of the British Society for the History of Science*
BBSSMF	*Bollettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze Matematiche e fisiche* (Boncompagni's)
BCGF	*Bulletin de la Commission géologique de Finlande*
BCP	*Bulletin catholique de Pékin*
BEFEO	*Bulletin de l'Ecole française de l'Extrême Orient* (Hanoi)
BGTI	*Beitr. z. Gesch. d. Technik u. Industrie* (changed to *Technik Geschichte BGTI/TG* in 1933)
BIFAO	*Bulletin de l'Institut français d'Archéologie Orientale* (Cairo)
BLSOAS	*Bulletin of the London School of Oriental and African Studies*
BM	*Bibliotheca Mathematica*
B & M	Brunet, P. & Mieli, A., *Histoire des Sciences (Antiquité).*
BMFEA	*Bulletin of the Museum of Far Eastern Antiquities* (Stockholm)
BMON	*Bulletin Monumental*
BMQ	*British Museum Quarterly*
BMRAH	*Bulletin des Musées royaux d'Art et d'Histoire* (Brussels)
BNGBB	*Berichte d. naturforsch. Gesellschaft Bamberg*
BNI	*Bijdragen tot de taal- land- en volken-kunde v. Nederlandsch-Indië*
BOR	*Babylonian and Oriental Record*
BSEIC	*Bulletin de la Société des Etudes indochinoises*
BSG	*Bulletin de la Société de Géographie* (cont. as *La Géographie*)
BSMF	*Bulletin de la Société mathématique (de France)*
BU	*Biographie universelle*

BUA	*Bulletin de l'Université de l'Aurore* (Shanghai)
BUSNM	*Bulletin of the U.S. National Museum*
BV	*Bharatiya Vidya*
C	*Copernicus: International Journal of Astronomy* (Dublin and Göttingen)
CA	*Chemical Abstracts*
CAM	*Communications de l'Académie de Marine* (Brussels)
CEN	*Centaurus*
CET	*Ciel et Terre*
CHI	*Cambridge History of India*
CIMC/MR	*Chinese Imperial Maritime Customs* (Medical Report Series)
CJ	*China Journal of Science and Arts*
CLJ	*Classical Journal*
CMJ	*China Medical Journal*
CP	*Classical Philology*
CQ	*Classical Quarterly*
CR	*China Review* (Hong Kong and Shanghai)
CRAIBL	*Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres* (Paris)
CRAS	*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* (Paris)
CRAS/USSR	*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* (U.S.S.R.)
CREC	*China Reconstructs*
CRR	*Chinese Recorder*
CRRR	*Chinese Repository*
CS	*Current Science*
CSPSR	*Chinese Social and Political Science Review*
CT	*Connaissance du Temps*
CTE	*China Trade and Engineering*
CZ	*Chigaku Zasshi* (*Journal of the Tokyo Geographical Society*)
D	*Discovery*
DHA	*Dock and Harbour Authority*
DUZ	*Deutsche Uhrmacher-Zeitung*
DWAW/PH	*Denkschriften d. k. Akademie d. Wissenschaften, Wien* (Vienna) (Phil.-hist. Klasse)
EB	*Encyclopaedia Britannica*
ENB	*Ethnologisches Notizblatt* (Kgl. Mus. f. Völkerkunde, Berlin)
END	*Endeavour*
EOL	*Jaarboek; Ex Oriente Lux*

ERE	*Encyclopaedia of Religion and Ethics* (ed. Hastings)
EW	*East and West* (Quart. Rev. pub. Istituto Ital. per il Medio e Estremo Oriente, Rome)
EXP	*Experientia*
FEQ	*Far Eastern Quarterly*
FF	*Forschungen und Fortschritte*
FMKP	*Fortschritte d. Mineralogie, Kristallographie u. Petrologie*
FMNHP/AS	*Field Museum of Natural History* (Chicago) *Publications,* Anthropological Series
FMNHP/GLS	*Field Museum of Natural History* (Chicago) *Publications;* Geological Leaflet Series
G	*Geimon (Art Journal)*
G	Giles, H. A., *Chinese Biographical Dictionary.*
GB	*Geibun (Arts Journal)*
GHA	*Götoborgs Högskolas Årsskrift*
GTIG	*Geschichtsblätter f. Technik, Industrie u. Gewerbe*
HANL	*Harvard Astronomical Newsletter*
HJAS	*Harvard Journal of Asiatic Studies*
HMSO	Her Majesty's Stationery Office (London)
HORJ	*Horological Journal*
HY	Harvard-Yenching (Institute and Publications).
IC	*Islamic Culture*
IHQ	*Indian Historical Quarterly*
ILN	*Illustrated London News*
IM	*Imago Mundi: Yearbook of Early Cartography*
IPR	Institute of Pacific Relations
ISIS	*Isis*
JA	*Journal asiatique*
JAOS	*Journal of the American Oriental Society*
JATBA	*Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée*
JBASA	*Journal of the British Astronomical Association*
JCS	*Journal of the Chemical Society*
JDMV	*Jahresber. d. deutschen Math. Vereins*
JEA	*Journal of Egyptian Archaeology*
JEP	*Journal de l'Ecole (royale) Polytechnique* (Paris)
JESL	*Journal of the Ethnological Society* (London)
JGPR	*Journal of Geophysical Research* (formerly *Terrestrial Magnetism*)
JHI	*Journal of the History of Ideas*
JHM	*Journal of the History of Mathematics* (Moscow)

JHOAI	*Jahreshefte d. österreichischen archäol. Instituts* (Vienna)
JHS	*Journal of Hellenic Studies*
JIN	*Journal of the Institute of Navigation*
JJAG	*Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*
JJHS	*Kagakūshi Kenkyū (Japanese Journal of the History of Science)*
JMJ	*Japanese Meteorological Journal*
JNES	*Journal of Near Eastern Studies*
JOSHK	*Journal of Oriental Studies* (Hong Kong University)
JPH	*Journal de Physique*
JPOS	*Journal of the Peking Oriental Society*
JRAI	*Journal of the Royal Anthropological Institute*
JRAM	*Journal f. reine u. angewandte Mathematik* (Crelle's)
JRAS	*Journal of the Royal Asiatic Society*
JRAS/B	*Journal of the (Royal) Asiatic Society of Bengal*
JRAS/KB	*Journal(Transactions) of the Korea Branch of the Royal Asiatic Society*
JRAS/M	*Journal of the Malayan Branch of the Royal Asiatic Society*
JRAS/NCB	*Journal of the North China Branch of the Royal Asiatic Society*
JRSA	*Journal of the Royal Society of Arts*
JRSS	*Journal of the Royal Statistical Society*
JS	*Journal des Savants*
JSHB	*Journal suisse d'Horlogerie et Bijouterie*
JUB	*Journal of the University of Bombay*
JWCBRS	*Journal of the West China Border Research Society*
JWCI	*Journal of the Warburg and Courtauld Institutes*
JWH	*Journal of World History* (Unesco)
K	Karlgren, B., *Grammata Serica* (dictionary giving the ancient forms and phonetic values of Chinese characters).
KDVS/HFM	*Kgl. Danske Videnskabernes Selskab* (Hist.-filol. Medd.)
KDVS/MFM	*Kgl. Danske Videnskabernes Selskab* (Math.-fysiske Medd.)
KKHTC	*Kōkogaku Zasshi (Archaeological Miscellany)*
KMO/SM	*Scientific Memoirs of the Korean Meteorological Observatory, Chemulpo*
KNVSF/T	*Forhandlinger d. kgl. Norske Videnskabers Selskabs* (Trondheim)

KR	*Korean Repository*
KVRS	*Kleine Veröffentlichungen d. Remeis Sternwarte*
LN	*La Nature*
LP	*La Pensée*
MA	*Man*
MAI/NEM	*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres* (Paris), *Notices et Extraits des MSS.*
MAL/FMN	*Memorie d. Accademia* (*r.* now *naz.*) *dei Lincei* (Cl. Sci. Fis. Mat. e Nat.)
MAL/MSF	*Memorie d. Accademia* (*r.* now *naz.*) *dei Lincei* (Cl. Sci. Mor. Stor. e Filol.)
MBIS	*Miscellanea Berolinensia ad Incrementum Scientiarum*
MCB	*Mélanges chinois et bouddhiques*
MCM	*Macmillan's Magazine*
MC/TC	*Techniques et Civilisations* (formerly *Métaux et Civilisations*)
MDGNVO	*Mitteilungen d. deutsch. Gesellschaft f. Natur- u. Volkskunde Ostasiens*
MEM	*Meteorological Magazine*
MG	*Mathematical Gazette*
MMI	*Mariner's Mirror*
MMT	*Messenger of Mathematics*
MN	*Monumenta Nipponica*
MPAW	*Monatsber. d. preuss. Akad. Wiss. Berlin*
MQ	*Modern Quarterly*
MRAI/DS	*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des Inscriptions et Belles Lettres* (Paris)
MRAS/B	*Memoirs of the Asiatic Society of Bengal*
MRAS/DS	*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des Sciences* (Paris)
MRASP	*Mémoires de l'Acad. royale des Sciences* (Paris)
MRDTB	*Memoirs of the Research Department of the Tōyō Bunko* (Tokyo)
MS	*Monumenta Serica*
MS/M	*Monumenta Serica* Monograph Series
MSAF	*Mémoires de la Société (nationale) des Antiquaires de France*
MSKGK	*Meiji Seitoku Kinen Gakkai Kiyō* (*Reports of the Meiji Memorial Society*)
MSOS	*Mitteilungen d. Seminars f. orientalische Sprachen* (Berlin)
MSRLSB/S	*Mém. de la Soc. Roy. des Lettres et des Sci. de*

	Bohême (Cl. Sci.)
MSRM	*Mémoires de la Soc. Russe de Mineralogie*
MUSEON	*Le Muséon* (Louvain)
MWR	*Monthly Weather Review*
MZ	*Meteorologische Zeitschrift*
N	*Nature*
NA	*Nautical Almanac*
NALC	*Nova Acta; Abhdl. d. kaiserl. Leop.-Carol. deutsch. Akad. Naturf. Halle*
NAP	*Nova Acta Acad. Petropol.*
NAT	*Nordisk Astronom. Tidskrift*
NAW	*Nieuw Archief voor Wiskunde*
NC	*Numismatic Chronicle*
NCH	*North China Herald*
NCM	*North China Mail*
NCR	*New China Review*
N	Nanjio, B., *A Catalogue of the Chinese Translations of the Buddhist Tripiṭaka*, with index by Ross (3).
NCNA	New China News Agency.
NGWG/PH	*Nachrichten v. d. k. Gesellsch. (Akademie) d. Wiss. z. Göttingen* (Phil.-hist. Klasse)
NQ	*Notes and Queries*
NTBB	*Nordisk Tidskrift för Bok- och Bibliotheksväsen*
NW	*Naturwissenschaften*
O	*Observatory*
OAA	*Orientalia Antiqua*
OAZ	*Ostasiatische Zeitschrift*
OE	*Oriens Extremus* (Hamburg)
OLZ	*Orientalische Literatur-Zeitung*
OMO	*Österreichische Monatschrift f. d. Orient*
OR	*Oriens*
ORA	*Oriental Art*
ORR	*Orientalia* (Rome)
ORT	*Orient*
OSIS	*Osiris*
P	Pelliot number of the Chhien-fo-tung cave temples.
PA	*Pacific Affairs*
PAAAS	*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*
PAI	*Paideuma*
PAPS	*Proceedings of the American Philosophical Society*
PASP	*Publications of the Astronomical Society of the*

	Pacific
PBA	*Proceedings of the British Academy*
PC	*People's China*
PHR	*Philosophical Review*
PIAJ	*Proceedings of the Imperial Academy, Japan*
PJ	*Pharmaceutical Journal*
PMASAL	*Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters*
PMG	*Philosophical Magazine*
PMGP	*Papers in Meteorology and Geophysics* (Japan)
PMJP	*Mitteilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt* (Petermann's)
PNHB	*Peking Natural History Bulletin*
POPA	*Popular Astronomy*
PPMST	*Proceedings of the Physico-Mathematical Society of Japan* (Tokyo) (continuation of *PTMS*)
PQ	*Philological Quarterly*
PRDA	*Priroda* (Moscow)
PRIA	*Proceedings of the Royal Irish Academy*
PRSA	*Proceedings of the Royal Society* (Ser. A)
PRSB	*Proceedings of the Royal Society* (Ser. B)
PRSG	*Publicaciones de la Real Sociedad Geográfica* (Spain)
PSA	*Proceedings of the Society of Antiquaries*
PTRS	*Philosophical Transactions of the Royal Society*
QBCB/C	*Quarterly Bulletin of Chinese Bibliography* (Chinese ed.; *Thu Shu Chhi Khan*)
QBCB/E	*Quarterly Bulletin of Chinese Bibliography* (English ed.)
QJRMS	*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society of London*
QMSF	*Quaderni del Museo di Storia delle Scienze, Firenze*
QSGM/B	*Quellen u. Studien z. Geschichte d. Mathematik* (Abt. B, Astronomie u. Physik)
QSGNM	*Quellen u. Studien z. Geschichte d. Naturwiss. u. d. Medizin* (contin. of *Archiv f. Gesch. d. Math., d. Naturwiss. u. d. Technik* (*AGMNT*) formerly *Archiv f. d. Gesch. d. Naturwiss. u. d. Technik* (*AGNT*))
RA	*Revue archéologique*
RAA/AMG	*Revue des Arts asiatiques* (*Annales du Musée Guimet*)
RAL/FMN	*Rendiconti d. Accademia* (*r.* now *naz.*) *dei Lincei* (Cl. Sci. Fis. Mat. e Nat.)

RAL/MSF	*Rendiconti d. Accademia* (*r.* now *naz.*) *dei Lincei* (Cl. Sci. Mor. Stor. e Filol.)
RASC/J	*Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*
RAS/M	*Memoirs of the Royal Astronomical Society*
RAS/MN	*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*
RAS/ON	*Occasional Notes of the Royal Astronomical Society*
RCB	*Revue coloniale Belge*
REI	*Revue des Etudes islamiques*
RGM	*Revista General de Marina* (Spain)
RGS	*Revue générale des Sciences pures et appliquées*
RHM	*Revue d'Histoire des Missions*
RM	*Reflets du Monde* (Brussels)
RQS	*Revue des Questions scientifiques* (Brussels)
R	Read, Bernard E.,. Indexes, translations and précis of certain chapters of the *Pên Tshao Kang Mu* of Li Shih-Chen. If the reference is to a plant, see Read (1); if to a mammal see Read (2); if to a bird see Read (3); if to a reptile see Read (4); if to a mollusc see Read (5); if to a fish see Read (6); if to an insect see Read (7).
RP	Read & Pak, Index, translation and précis of the mineralogical chapters in the *Pên Tshao Kang Mu.*
RSISI	*Rivista Scientifico-Industriale delle principali Scoperte ed Invenzioni fatti nelle Scienze e nelle Industrie*
RSO	*Rivista di Studi Orientali*
S	Schlegel, G., *Uranographie Chinoise;* number-references are to the list of asterisms.
SA	*Sinica* (originally *Chinesische Blätter f. Wissenschaft u. Kunst*)
SAM	*Scientific American*
SBE	*Sacred Books of the East* Series
SC	*Science*
SCI	*Scientia*
SCSML	*Smith College Studies in Modern Languages*
SG	*Shinagaku* (*Sinology*)
SGZ	*Shigaku Zasshi* (*Historical Journal*)
SHAW/PH	*Sitzungsber. d. Heidelberg Akad. d. Wissenschaften* (Phil.-hist. Klasse)
SHR	*Scottish Historical Review*
SIR	*Sirius*
SJJ	*Seismological Journal of Japan*

SK	*Sanjutsu Kyōiku* (*Mathematical Education*)
SKY	*Sky and Telescope* (formerly *Sky*)
SM	*Scientific Monthly* (formerly *Popular Science Monthly*)
SMA	*Scripta Mathematica*
SPAW/PH	*Sitzungsber. d. preuss. Akad. Wiss. Berlin* (Phil.-hist. Klasse)
SPCK	Society for the Promotion of Christian Knoweledge (London)
SPMSE	*Sitzungsber. d. physik. med. Soc. Erlangen*
SPR	*Science Progress*
SPRDS	*Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society*
SR	*Shirin* (*Journal of History*)
SS	*Science and Society* (New York)
SSA	*Scripta Serica, Bulletin bibliographique* (Centre franco-chinois d'Etudes sinologiques, Peking)
SSE/M	*Studia Serica* Monograph Series
ST	*Die Sterne*
SUHVS	*Skrifter utgifna af K. Humanistiska Vetenskaps Samfundet i Upsala*
SWAW/MN	*Sitzungsber. d.* (*österreichischen*) *Akad. Wiss. Wien* (Vienna) (Math.-nat. Klasse)
SWAW/PH	*Sitzungsber. d.* (*österreichischen*) *Akad. Wiss. Wien* (Vienna) (Phil.-hist. Klasse)
SYR	*Syria*
TAIMME	*Transactions of the American Institute of Mining and Metallurgical Engineers* (formerly *TAIME*)
TAPS	*Transactions of the American Philosophical Society*
TAS/B	*Transactions of the Asiatic Society of Bengal* (Asiatick Researches)
TASJ	*Transactions of the Asiatic Society of Japan*
TBGZ	*Tōkyō Butsuri Gakko Zasshi* (*Journal of the Tokyo College of Physics*)
TCAAS	*Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*
TG/K	*Tōhō Gakuhō, Kyōto* (*Kyoto Journal of Oriental Studies*)
TG/T	*Tōhō Gakuhō, Tōkyō* (*Tokyo Journal of Oriental Studies*)
TIAU	*Transactions of the International Astronomical Union*
ṬIYṬ	*Trudy Instituta Istorii Yestestvoẓnaniạ ị Ṭekhnịkị* (Moscow)

TM	*Terrestial Magnetism and Atmospheric Electricity* (continued as *Journal of Geophysical Research*)
TMB	*Bulletin du Musée ethnogr. du Trocadéro*
TNH	*Tōa no Hikari* (*Light of East Asia*)
TNS	*Transactions of the Newcomen Society*
TNZI	*Transactions of the New Zealand Institute*
TOCS	*Transactions of the Oriental Ceramic Society*
TP	*T'oung Pao* (*Archives concernant l'Histoire, les Langues, la Géographie, l'Ethnographie et les Arts de l'Asie Orientale,* Leiden)
TSBA	*Transactions of the Society of Biblical Archaeology*
TSSC	*Transactions of the Science Society of China*
TTB	*Tekn. Tidskr. Bergsvetenskap*
T	Tunhuang Archaeological Research Institute numbers of the Chhien-fo-tung cave temples. In the present work we follow as far as possible the numbering of Hsieh Chih-Liu in his *Tunhuang I Shu Hsü Lu* (Shanghai, 1955) but give the other numbers also.
TH	Wieger, L., *Textes Historiques.*
TT	Wieger, L. (6), *Tao Tsang* (catalogue of the works contained in the Taoist Patrology).
TTWT	*Tokyo Astron. Observ. Journal*
TW	Takakusu, J. & Watanabe, K., *Tables du Taishō Issaikyō* (*nouvelle édition* (*Japonaise*) *du Canon bouddhique chinoise*), Indexcatalogue of the Tripiṭaka.
TYG	*Tōyō Gakuhō* (*Reports of the Oriental Society of Tokyo*)
UBHJ	*University of Birmingham Historical Journal*
UMN	*Unterrichtsblätter f. Math. u. Naturwiss.*
UNESC	*Unesco Courier*
VAG	*Vierteljahrsschrift d. astronomischen Gesellschaft*
VBW	*Vorträge d. Bibliothek Warburg*
VKAWA/L	*Verhandelingen d. Koninklijke* (*Nederl.*) *Akad. v. Wetenschappen te Amsterdam* (Afd. Letterkunde)
VS	*Variétés Sinologigues* Series
WNZ	*Wiener numismatische Zeitschrift*
Z	*Zalmoxis: Revue des Etudes religieuses*
ZA	*Zeitschrift f. Astronomie*
ZAE	*Zeitschrift f. angew. Entomologie*
ZASS	*Zeitschr. f. Assyriologie*
ZDMG	*Zeitschrift d. deutsch. morgenländischen Gesellschaft*

ZDPV	*Zeitschrift d. deutsch. Palästina-Vereins*
ZGEB	*Zeitschrift d. Gesellschaft f. Erdkunde* (Berlin)
ZMNWU	*Zeitschrift f. Math. u. Naturwiss. Unterricht*
ZMP	*Zeitschrift f. Math. u. Physik*
ZSF	*Zeitschrift f. Sozialforschung*

索　　引

（按笔画排列）

二　　画

三　　画

四 画

五 画

六 画

七　　画

八 画

九 画

十　画

十 一 画

十　二　画

十 三 画

十 四 画

十五画以上